C-1320-15

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Facilitando el desarrollo económico con una visión social

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS MINERALES
UNIDAD AMBIENTAL

www.mici.gob.pa
560-0402 / 560-0448

Panamá, 9 de junio de 2015.
DNRM-UA-111-15.

Licenciada
DESIREE SAMANIEGO
Jefe del Departamento de Evaluación de Impacto Ambiental
Autoridad Nacional del Ambiente
E. S. D.

Licenciada Samaniego:

Por este medio le estamos enviando adjunto a esta nota el informe de Inspección sobre la evaluación del estudio de impacto ambiental **"PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE OXIDOS DE ORO"** en el distrito de Tonosí, Las Tablas y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por **MINERA CERRO QUEMA, S.A.,** realizado por la Unidad Ambiental de esta Dirección.

Cualquier consulta a lo antes expuesto, no dude en hacérnoslo llegar.

Se despide de usted, siempre a sus órdenes,

Atentamente,

Autoridad Nacional del Ambiente
RECIBIDO
POR:
FECHA: 11-6-15
DIEORA
DIRECCION DE EVALUACION Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

ING. TEMISTOCLES VELARDE
Director Nacional de Recursos Minerales, Encargado

TV/jj

Ministerio de Comercio e Industrias
Dirección Nacional de Recursos Minerales
Unidad Ambiental

Panamá, 9 de junio de 2015.

INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN DE EVALUACIÓN DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Objetivo la inspección:	Verificación de lo presentado en el EsIA
Proyecto:	MINERA CERRO QUEMA, S.A. (MCQSA)
Representante Legal:	Octavio Choy
Expediente minero:	MCQSA-EXTR oro y plata) 96-62, 96-63, 96-64
Ubicación:	Distrito de Tonosí, Las Tablas y Macaracas, provincia de Los Santos
Fecha de la inspección:	13-15 de mayo de 2015
Participantes:	Johana Jiménez

ANTECEDENTES:

- Contrato N° 19 de 13/02/97 (Gaceta 23,233 de 26 febrero 1997).Para una superficie de 5,000 hectáreas, identificado bajo el símbolo MCQSA-EXTR oro y plata) 96-62, VENCE: 26 febrero 2017
- Contrato N° 20 de 13/02/97 (Gaceta 23,233 de 26 febrero 1997).Para una superficie de 5,000 hectáreas, identificado bajo el símbolo MCQSA-EXTR oro y plata) 96-63, VENCE: 26 febrero 2017
- Contrato N° 21 del 13/02/97 (Gaceta 23.236 de 3 marzo de 1997).Para una superficie de 4,893 hectáreas, identificado bajo el símbolo MCQSA-EXTR oro y plata) 96-64, VENCE: 3 marzo 2017
- Resolución DINPROCA-PAMA-017-2004 de 30 de julio de 2004, la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) Aprueba el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y Addenda a la empresa MCQSA.
- Resolución AG-0211-10 de 22 de febrero de 2010, la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) Aprueba la Addenda al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la empresa MCQSA.

DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN:

En atención a nota DIEORA-DEIA-UAS-0082-2704-15 de 27 de abril de 2015, nos solicitan la participación a la inspección ocular los días 13, 14 y 15 de mayo de 2015 al proyecto denominado **"PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE OXIDOS DE ORO"** en el distrito de Tonosí, Las Tablas y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por **MINERA CERRO QUEMA, S.A.**

Los participantes de esta inspección fueron:

- Jessenia Hernández (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Donis Bernal (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Alexis Rivera (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Francisco Abrego (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Anthony Bent (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Leticia Samaniego de Polo (MINISTERIO DE AMBIENTE)
- Manuel Pimentel (MCQSA)
- Elías Dawson (SNCLAVALIN)
- Brosis Rodríguez (MCQSA)

- Orlando Vargas (MCQSA)
- Johana Jiménez (Ambiente)
- Sebastián Sánchez (Geología)

Durante la inspección se observó que:

- Nos dividimos en diferentes grupos, se inicio la inspección en la huella del proyecto, kilometro 7 esta área será la parte administrativa donde se dará el mayor movimiento, estará la trituradora y llegara la banda trasportadora que va desde Cerro Quemita y La Pava con una distancia aproximada de 3 kilómetros.
  (Coordenadas Huella del Proyecto 07°32'15.24, 80°32'54.32)
  (Coordenadas del Patio 07°33'11.13, 80°32'19.16)

- Se observo donde estará el depósito de material estéril que será en Chontal, un bosque con bastante rastrojo es un ecosistema diferente. Se va hacer un desbroce para sacar el material con mayor valor y conservarlo en un vivero y se rellenara con material estéril. El depósito de material estéril tiene una capacidad de 7.0 millones de m^3, mientras que el requerimiento estimado es menor (6.17 millones de m^3). **(Coordenadas del depósito 07°33'13.18, 80°32'0.59)**

- Hacia el recorrido visitamos la Estación Meteorológica **(Coordenadas 07°33'25.88, 80°31'43.41)**

- Nos dirigimos hacia el Cerro Quema, el mismo no será tocado, pudimos observar los tajos Quemita y La Pava donde será la extracción **(Coordenadas del cerro 07°33'42.26, 80°30'48.91)**

- Se pudo observar los controles de sedimentos en el área de La Pava, hay 6 quebradas en el área del proyecto y se ha identificados 60 manantiales todos se les han tomado el PH **(Coordenadas 07°33'14.02, 80°32'53.76)**

- Recorrimos el área de Control de Incendio que esta sobre el Cerro Quemita **(Coordenadas del cerro 07°33'14.69, 80°31'36.14)**

- El patio de lixiviados en Quebrada Maricela se pudo observar que están apernado 8 piezómetros estará conformado de elevaciones múltiples, con pilas de lixiviación son dos piletas una de solución enriquecida y otra de eventos. Las piletas tendrán cada uno doble contención independiente y sistemas de detección de fugas. **(Coordenadas 07°32'30.22, 80°32'5.24)**

- El proceso de lixiviación será en un circuito cerrado, de manera que se optimice el uso de agua e insumos de producción, resultando en reutilización de las soluciones y minimizando las descargas, haciendo menos contaminante, la extracción del oro

RECOMENDACIONES

- La empresa debe presentar en tiempo oportuno la solicitud de prórroga para los contratos que están próximo a vencerse.

Remitir Informe a:

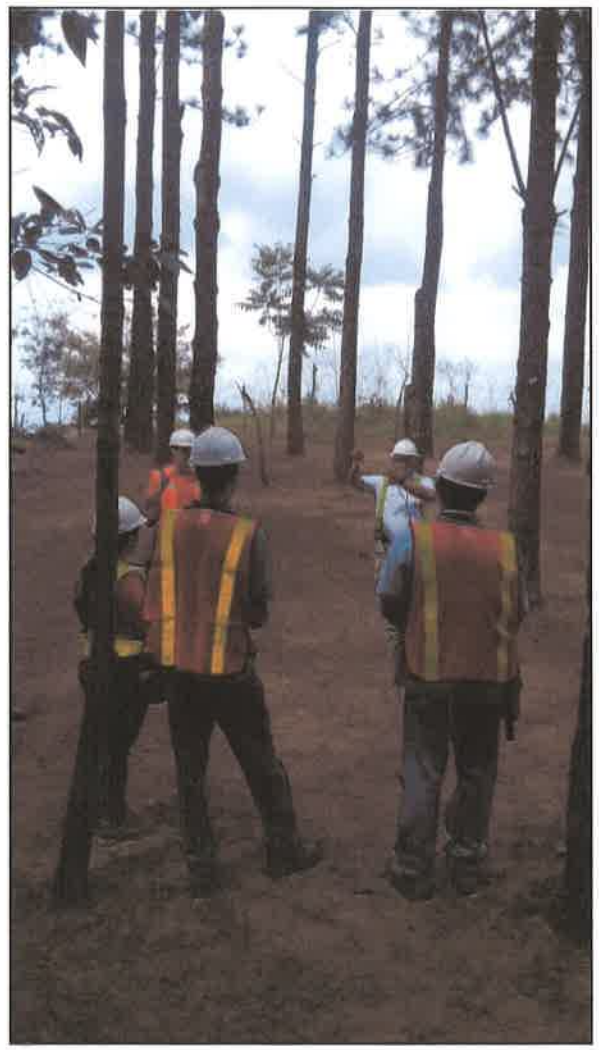
- Departamento Legal de esta Dirección
- Ministerio de Ambiente para envió de última inspección realizada

ANEXOS

Área donde estarán las oficinas Administrativas y se dará la mayor actividad



Área de Control de Incendio



492

Quebrada Chontal







Piezómetros, Cerca área de lixiviación



Salud
Ministerio de Salud
Panamá

C-1365.

Nota – 090 – SDGSA –UAS
Panamá, 8 de Junio de 2015

Ingeniera
DESIRE SAMANIEGO
Jefa de Evaluación de Impacto Ambiental – Encargada
Ministerio del Ambiente
En su Despacho

P/C
Dra. MARÍA INÉS ESQUIVEL
Subdirectora General de Salud Ambiental

Ingeniera Samaniego:

En referencia en la nota DIEORA – DEIA –UAS 0043 -0303-15 le remitimos el informe del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III **" PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO",** a desarrollarse en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por **MINERA CERRO QUEMA, S.A.**

Atentamente,

Ing. ATALA MILLORD
Coordinadora de la Unidad Sectorial Ambiental

Autoridad Nacional del Ambiente
RECIBIDO
POR:
FECHA: 7-6-15
DIEORA
DIRECCION DE EVALUACION Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

c.c. Dra. Nahir Cedeño – Directora de la Región de Los Santos
c.c Supervisor de Saneamiento Ambiental - Antolín Domínguez

AM/Silka

MINISTERIO DE SALUD
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL

Informe de Ampliación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Categoría –IIIM-001-15

Proyecto: "MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCION DE OXIDO DE ORO"

Fecha:
2015

Ubicación:
DISTRITO DE TONOSÍ Y MACARACAS, PROVINCIA DE LOS SANTOS

Promotor:
MINERA CERRO QUEMA S.A.

Objetivo: Calificar el Estudio de Impacto Ambiental, para determinar si cumple con los requisitos de Protección Ambiental específicamente en materia de Salud Pública y dar cumplimiento al Decreto Ejecutivo Nº 123 de 14 de agosto de 2009.

Metodología: Inspeccionar, evaluar y discutir la ampliación del Estudio de Impacto Ambiental y obtener los datos cualitativamente o cuantitativamente descriptibles.

Antecedentes:
El proyecto consta de tres fases a saber: una primera fase que consiste en la construcción de las facilidades mineras y rehabilitación de caminos, una segunda fase en la que se desarrollaran las actividades de minado de los tajos La Pava y Quemita, y las actividades operacionales relacionadas con el procesamiento del mineral y obtención de barras de dore; y finalmente por una tercera etapa que corresponde a las actividades de cierre del proyecto.

El Proyecto Minero Cerro Quema (el Proyecto) consistirá de una mina a tajo abierto convencional, en la que se utilizaran cargadores frontales y camiones para el transporte de materiales con una instalación de lixiviación de 10,000 toneladas diarias. El procesamiento en Cerro Quema se realizará mediante patios de lixiviación convencionales de mineral triturado apilado en una sola plataforma. El oro se lixiviará del material mineralizado con una solución diluida de cianuro y se recuperará de la solución usando una planta de recuperación de adsorción- des absorción de carbono para producir barras de doré

AMPLIACIÓN:

- Se le solicita que nos amplié la información de la ubicación geográfica donde se describa si existen otras tipos de actividades dentro o fuera de influencia del proyecto, de existir algún tipo de actividad y cuando este proyecto **"Minero Cerro Quema para la Extracción de Oxido de Oro"** esté en ejecución no se queje por daños a la salud, presentar las medidas de mitigación correspondiente.
- Se le solicita que nos amplié la información sobre si existen fuentes de agua dentro o fuera del área del proyecto en mención que puedan ser afectadas, en caso de tener acueductos rurales y que sean afectados, recomendamos no aprobar este Estudio.
- Presentar el permiso ante el Ministerio de Comercio E Industria
- Presentar el permiso de construcción, en caso de que existan antes la autoridades de la región sanitaria

RECOMENDACIÓN:

El Ministerio de Salud recomienda las ampliaciones solicitadas,

El MINSA recomienda y si existen otra actividad actualmente en el área donde va ser el proyecto, y que se vayan afectar por el proyecto **"Minero Cerro Quema para la Extracción de Oxido de Oro"**, El Ministerio de Ambiente, tomara correctivos necesarios.

Se recomienda no aprobar el estudio en caso de que se pueda determinar que se va tener afectación a la salud de las personas, antes, durante y después de la construcción del proyecto.

Además se reserva el derecho de solicitar cualquiera información adicional del presente Estudio de Impacto Ambiental o durante el desarrollo del proyecto.

SE LE RECOMIENDA CUMPLIR CON LAS REGLAMENTACIONES DEL MINISTERIO DE SALUD.

Durante la Construcción del Proyecto

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2000 **"Higiene y Seguridad Industrial condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Ruido"** Decreto Ejecutivo Nº 306 de 4 de septiembre de 2002 y Decreto Ejecutivo Nº 1 del 15 de enero de 2004. que determina los niveles de ruido para ares residenciales Industriales.

- Decreto No. 2 -2008 "Por el cual se reglamenta la seguridad, salud e higiene en la industria de la construcción".

- Cumplir con las Normas de Higiene y Seguridad como lo es el uso de equipo de protección personal (guante, casco, botas etc.).

- Deberá cumplir con las disposiciones del Ministerio de Salud en lo que respecta a la implementación de las medidas de control necesario para evitar liberación de partículas de polvo, durante el movimiento de tierra.

- Ley No. 8 de 1995, "Por la cual se aprueba el Código Administrativo, que regula la disposición final de los desechos sólidos".

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35–2000 Descarga de Efluentes Líquidos directamente a cuerpo y masas de agua superficiales o subterráneas.

- Ley No. 6 de 11 de enero de 2007 que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.

Tomar precauciones en la etapa de construcción y después de la ejecución de la obra
Atentamente,

ING. ATALA MILORD V.
Coordinador Unidad ambiental Sectorial
Del Ministerio de Salud.

C-1391-15.

498

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCION DE GESTION INTEGRADA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

DIEORA
2015 JUN 19 9:56AM
RECIBIDO

MEMORANDO
DIGICH-465-2015

PARA: SAMUEL VALDES. Director DIEORA

autoridad nacional del ambiente
DIRECCION DE GESTION INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

DE: NOEL TREJOS. Director

ASUNTO: Informe Revisión EIA-MCQSA

FECHA: 15 de junio de 2015

Por este medio damos respuesta aunque con retraso, a solicitud de revisión del EIA de la sociedad MCQSA, haciendo entrega adjunta del Informe resultante de dicho trabajo.

Atentamente,

NT/DV/MH/mh

MINISTERIO DE AMBIENTE *DIRECCION DE GESTION INTEGRADA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS*

Albrook, 08 de junio de 2015.

INFORME REVISIÓN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTEAL MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Antecedente.

La historia de MINERA CERRO QUEMA, S.A., es bastante entensa. No obstante en forma resumida en la actualidad simplemente es una filial de propiedad de Pershimco Resources Inc., y cuenta con los derechos exclusivos para la extracción de oro y plata de acuerdo con tres contratos con el Estado para la concesión de un total de 14,893 hectáreas, los cuales otorgan los derechos exclusivos para la extracción de minerales metálicos Clase IV (oro y plata) por un periodo de 20 años.

A continuación se detallan los tres contratos que Pershimco Resources Inc. cuenta con el Estado:

- Contrato N° 19 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-63;

- Contrato N° 20 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-62;

- Contrato N° 21 (Gaceta 23,236 de 3 de marzo de 1997). Para una superficie de 4,893 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-64.

El Proyecto se localizan sobre la península de Azuero, en los distritos de Tonosí y Macaracas, en la provincia de Los Santos, aproximadamente a 45 km de distancia al suroeste de la ciudad de Chitré, la ciudad más grande de la península, que a su vez se encuentra a una distancia aproximada de 250 km por carretera de la Ciudad de Panamá.

Previo a la aprobación de la Ley General de Ambiente (Ley N° 41 del 1 de julio de 1998), el Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto de 2009 y el Decreto Ejecutivo N° 155 del 5 de agosto de 2011, que establecen los requerimientos actuales para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, la Dirección General de Recursos Minerales (DGRM) del Ministerio de Comercio e Industrias mediante la Resolución N°91-36 del 27 de mayo de 1991, establecía el contenido y los procedimientos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el cual consistía de tres documentos: Evaluación Preliminar, Estudio de Reconocimiento Ambiental e Informe de Viabilidad Ambiental.

La Evaluación Preliminar del Proyecto Minero Cerro Quema se concluyó en 1992; los informes de Reconocimiento Ambiental fueron elaborados por la Fundación Panameña de Ecología y Desarrollo (FPED) con base en los estudios realizados en 1992 y 1993.

Dichos informes se presentaron a la DGRM a mediados de 1994. En 1995; la empresa de consultoría ambiental Knight Piésold elaboró un borrador detallado del Informe de Viabilidad Ambiental (IVA), que fue presentado a la DGRM con el fin de recibir sus comentarios.

Posteriormente, en octubre de 1996 se presentó el IVA, como documento final del Informe Ambiental, que se aprobó mediante Resolución N° 070 del 24 de diciembre de 1996; del Instituto de Recursos Naturales Renovables, actualmente Ministerio de Ambiente.

El 27 de abril de 2004 MCQSA presentó el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), el cual fue aprobado el 30 de julio de 2004 a través de la Resolución DINAPROCA-PAMA-017-2004.

Durante el período 2004 – 2010, MCQSA incorporó al Proyecto varias mejoras tecnológicas que se traducen en modificaciones al PAMA, por lo cual se desarrollaron dos Adendas aprobadas mediante Resolución AG-0211-2010 y Resolución AG-0419-2010.

La nueva empresa propietaria de MCQSA, requirió efectuar ciertos ajustes que motivaron la solicitud y aprobación de una nueva ADENDA, que en efecto fue aprobada el 27 de diciembre de 2012 mediante Resolución N° AG-0742-2012.

Para el año 2014, la empresas de consultoras Kappes Cassiday, Associates, Golder Associates Inc., y P&E Mining Consultants Inc. prepararon, a solicitud de Pershimco, el estudio de pre-factibilidad del proyecto Cerro Quema (Anexo 5.1). Durante el mismo año se realizaron los trabajos de campo y gabinete necesarios para la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, el cual recoge a su vez la valiosa información generada a lo largo de la historia del Proyecto.

Revisión y análisis del Estudio de Impacto Ambiental, con énfasis en la flora.

El Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) objeto de revisión y análisis, se puede decir, que su contenido se nutre de toda la información generada a partir de la década de los años noventa y en cuanto a su estructura y contenido, se refleja como un documento bastante completo.

Se considera pertinente contextualizar la zona objeto del estudio de impacto ambiental y posteriormente enfatizar en los componentes del medio que serán impactados por el desarrollo de las operaciones mineras.

Históricamente la Región de Azuero donde se ubica la MCQSA, sus recursos naturales han venido siendo impactados por el hombre, principalmente para el desarrollo de sus actividades productivas y conexas, por lo general sin tomar en consideración la capacidad agrológica de los suelos y por supuesto provocando un cambio de uso de estos.

Hoy día las consecuencias negativas y hasta irreversibles de estas malas prácticas, son más que evidentes en la disminución del potencial hídrico y de su calidad, la degradación de sus suelos, la desaparición de la cobertura boscosa y sus consecuencias en el contexto de biodiversidad, todo esto se refleja ya en la variabilidad climática y en la calidad de vida de gran parte de la población de Azuero y su economía.

De acuerdo a la información generada con el EIA, las características biofísicas predominantes en la zona del proyecto, es destacable algún nivel de recuperación de la cobertura boscosa y la

existencia de numerosas especies nativas, algunas con cierto nivel de amenazas, existencia de una gran red de fuentes hídricas que a pesar de todo, los análisis reflejan buena calidad de sus aguas, las cuales vierten al río Tonosí, de gran importancia para la región, la fauna igualmente tanto terrestre como ictícola está presente y la topografía de estos terrenos son predominantemente abruptos.

De acuerdo al EIA presentado por MCQSA, para los componentes físico, biológico y socioeconómico, se identificaron los siguientes impactos, así: **Etapa de construcción**, 34 impactos, de los cuales el 85% negativos y 15% positivos, **Etapa de operación**, 33 impactos, de los cuales 82% negativos y 18% positivos y **Etapa de cierre/post cierre**, 33 impactos, de los cuales 61% negativos y 39% positivos.

Conclusiones:

- Bajo las razones que sean y lo que pareciera una constante, el hecho del cambio frecuente de propietario de la empresa promotora de proyectos mineros, por la venta de derechos, no proyecta un alto nivel de responsabilidad y seriedad para su ejecución y menos entonces para el fiel cumplimiento de las medidas de prevención y/o mitigación de los impactos ambientales en su gran mayoría negativos.

- Los impactos negativos identificados para este proyecto y que posiblemente pueden ser más, son cuantiosos, pero lo más peligroso es que las medidas de prevención y mitigación de esos impactos, de cumplirse a cabalidad, muy difícilmente compensarán y evitarán dichos impactos en el ambiente, particularmente por el tipo de proyecto del que se trata.

- De igual manera los impactos positivos identificados, si es que pueden considerarse como tales, no llenan las expectativas con relación a los impactos negativos identificados, no son relevantes.

- Una revisión y análisis de un documento con gran diversidad de información correspondiente a diversas disciplinas y de gran nivel para la toma de decisiones, no es tarea fácil, por lo tanto los resultados del informe son apreciaciones en base a lo que se ha logrado extraer e interpretar del EIA.

Recomendaciones:

- Tener muy presente lo complejo y lo delicado que es la toma de una decisión final al respecto del EIA, por lo que se debe someter al escrutinio de especialistas en las diversas disciplinas involucradas, de manera que los resultados finales apunten hacia una respuesta objetiva, realista y de consenso, que considere los mejores intereses para la Región y el país.

Manuel Hurtado.
DEMAFOR

NOTIFICACION
SOLICITUD DE COPIAS

SEÑORA MINISTRA DEL AMBIENTE. E.S.D.

Quien suscribe, OLMOS Y ASOCIADOS, debidamente representada por el licenciado Giovanni Olmos Espino, abogado en ejercicio, por este medio, comparezco ante su digno despacho, en mi condición de Apoderado Especial de la sociedad MINERA CERRO QUEMA S.A., comparecemos ante usted a efecto, de **NOTIFICARNOS DE LA NOTA DIEORA- DEIA- 0218-15** y solicitamos copia de dicha actuación u original que a bien tenga la institución entregar a efectos de aclarar lo que corresponda técnicamente, relacionado al Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, relativo al proyecto minero Cerro Quema para la extracción de Óxidos de Oro y según poder recibido el día 24 de abril de 2015 en la Dirección de Evaluación y Ordenamiento Ambiental.

Autorizo al señor MIGUEL ANGEL OLMOS, con cedula de identidad personal No. 8-390-370 a efectos que en nuestro nombre solicite, retire o reciba conforme las copias simples solicitadas.

FUNDAMENTO DE DERECHO: Articulo 70 y demás concordantes de la Ley 38 de 2000.

Fecha, su presentación,

Lic. Giovanni Olmos Espino
OLMOS Y ASOCIADOS.

Ministerio de Ambiente
RECIBIDO
POR: Betzaida
FECHA: 29/6/15
DIEORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

503

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 23 de junio de 2015
DIEORA-DEIA-NC-0218-2306-15

Hoy 29 de junio de 2015
siendo las 8:30 de la mañana
notifique personalmente a Miguel A. Olmos de la presente
documentación nota
Notificador Notificado

Señor
OCTAVIO CHOY
Representante Legal
MINERA CERRO QUEMA, S.A.

E. S. D.

Señor Choy:

En atención a la nota CIAM-009-15, recibida en nuestro despacho, el día 11 de mayo de 2015, referente a las observaciones y comentarios emitidas por el Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), con respecto al Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO", a desarrollarse en los distritos de Tinos y Macaracas, provincia de Los Santos, ingresado en la Dirección de Evaluación y Ordenamiento Ambiental el día 10 de febrero de 2015, y que actualmente se encuentra en proceso de Evaluación.

Tenemos a bien solicitarle se considere, evalué y emita una respuesta dirigida a nuestra Dirección, para luego ser remitida al CIAM, quien realizó las observaciones al Estudio de Impacto Ambiental.

Atentamente,

SAMUEL VALDÉS
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

SV/ds/ab
540

autoridad nacional del ambiente
DIEORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

La cooperación en la esfera del agua...

Panamá, (17) de julio de 2015.

Señor
Director de Evaluación y
Ordenamiento Ambiental – ANAM
E. S. D.

Respetado Director:

Por este medio, yo Isaias Ramos M, con cédula de identidad personal No. 6-702-357, de nacionalidad Panameña, con domicilio en el corregimiento de Tocumen, distrito de Panamá, provincia de Panamá, específicamente Altos de Tocumen 3, Casa H 6, acudo respetuosamente a la Dirección a su cargo, con la finalidad de solicitar, con fundamento en la Ley 6 de 22 de enero de 2006, acceso al Expediente correspondiente al proyecto Proyecto Minas Cerro Quema denominado Proyecto Minas Cerro Quema, categoría II, cuyo promotor es Perkinmo (Cerro Quema S.A.).

Atentamente,

Isaias Ramos M
Nombre
C.I.P. No. 6-702-357
Guadalupe Marchi
Funcionario que atiende 2:00pm.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 30 de julio de 2015
DIEORA-DEIA-NC-0283-3007-15

Doctor
EDUARDO CAMACHO
Director
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS

E. S. D.

Doctor Camacho:

Por medio de la presente, le solicitamos muy respetuosamente, nos dé su opinión técnica con respecto al Estudio de Impacto Ambiental, Categoría, III titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO"**, a desarrollarse en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

El motivo de esta consulta, es debido a que en este Estudio, se señala que "*dos fallas asignadas, la falla de Azuero-Soná y la falla de Panamá sur, se ubican a 18 km. y a 57 km, del sitio del proyecto Cerro Quema, respectivamente. El registro histórico sísmico de la tectónica regional dentro de unos 500 km del sitio del proyecto Cerro Quema, están representados por un modelo de peligrosidad sísmica específica que contiene ocho fuentes de área, cinco fuentes de culpa cortical y dos fuentes de la zona de subducción.*
Finalmente, es posible afirmar que la falla del río Joaquín no representa un peligro de ruptura de falla superficial; es decir, la misma no representa una fuente de grandes sismos en el sitio donde se ubicaran las facilidades de lixiviación Maricela y el depósito de material estéril Chontal Arriba".

A pesar de que se indica que la falla del río Joaquín no representa un peligro, debemos tener la certeza de que dicha afirmación es verdadera, debido a la magnitud de este proyecto, y a las terribles consecuencias que se generarían en caso tal que se produzca un movimiento sísmico durante la etapa de operación de esta mina.

Es por este motivo que acudimos ante ustedes para solicitar su opinión técnica con respecto a este tema, ya que dentro del proceso de evaluación ambiental que se está llevando de este proyecto, es imperante tener un conocimiento adecuado del grado de vulnerabilidad que hay en el área frente a eventos sísmicos.

3/8/2015

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Necesitamos nos indique cuales son los requerimientos por parte de ustedes, para poder darnos dicha opinión técnica, el tiempo aproximado en el cual la podrían otorgar, y los costos que la misma acarrea.

Sin otro particular, nos suscribimos

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIEORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Atentamente,

SAMUEL VALDÉS
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

SV/ds/ab

507

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
Instituto de Geociencias

Cuadalupe
C-1859-15.

Panamá, 11 de agosto de 2015
*IGC *140*15*

Licenciado
SAMUEL VALDÉS
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental
Ministerio de Ambiente
E. S. D.

*Estimado Licenciado **VALDÉS**:*

*En respuesta a su nota **DIEORA-DEIA-NC-0283-3007-15**, con fecha 30 de julio del presente, en la cual solicita una opinión técnica con respecto a la evaluación de la amenaza sísmica presentada en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, titulado "Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro", a desarrollarse en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, y el cual fue presentado por Minera Cerro Quema, S.A., le informamos que para realizar la misma precisamos nos facilite copia del estudio de amenaza sísmica de la Mina de Cerro Quema y copia del mapa geológico del área objeto de estudio.*

*El costo de la evaluación solicitada es de B/. **7,000.00** (siete mil Balboas) y el pago de la misma deberá hacerse en la caja de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado mediante cheque a nombre de la UNIVERSIDAD DE PANAMA.*

Atentamente,

Dr. EDUARDO CAMACHO A.
Director

IGC
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

MEMORANDO-DEIA-0620-1408-15

Para: **YAMIL SÁNCHEZ**
Dirección de Protección de la Calidad Ambiental

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIEORA
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

De: **ING. ALEX CRUZ GONZÁLEZ**
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

Asunto: Solicitud de información.

Fecha: 14 de agosto del 2015.

Por medio de la presente, le solicitamos nos facilite copia de todos los informes elaborados por su Dirección relacionados con el seguimiento dado a la auditoria y PAMA del proyecto minero Cerro Quema, así como del informe elaborado por la empresa SGS, en el cual se encontraron varios incumplimientos, y se realizaron algunas observaciones.

El motivo de esta solicitud es debido a que en la actualidad se está evaluando el Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, del "PROYECTO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO", desarrollado por la empresa Minera Cerro Quema, S.A., y seria de mucha ayuda tener conocimiento de cuales han sido los incumplimientos y hallazgos que hasta el momento ha tenido la empresa, para de esta manera poder evaluar si los mismos han sido subsanados en el Estudio de Impacto Ambiental presentado.

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente.

ACG/ds/ab

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIPROCA
Recibido por: [illegible]
Fecha: 14/8/15
Hora: 1:49
Número de Control:

509

Si-050-15

SOLICITUD DE ACCESO AL EXPEDIENTE

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscriben, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con correo electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurro ante usted, con mi habitual respeto, a fin de solicitar acceso al expediente del Estudio de Impacto Ambiental del PROYECTO MINERO CERRO QUEMA, ubicado en el área de Los Santos, Categoría III, cuyo promotor es QUEMA S.A.

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

V°B°
17/9/15

Hoy 17 de septiembre de 2015
siendo las 3:55 de la tarde
notifique personalmente a _____ de la presente
documentación acceso a expediente

Notificador

Notificado

510

Si-077-15

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscribe, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con correo electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurro ante usted, con mi habitual respeto, a fin de solicitar acceso al expediente del Estudio de Impacto Ambiental del PROYECTO MINERO CERRO QUEMA, ubicado en el área de Los Santos, Categoría III, cuyo promotor es QUEMA S.A.

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

Hoy 2 de diciembre de 2015
siendo las 9:05 de la mañana
notifique personalmente a
de la presente
documentación
acceso al expediente
Notificador
Notificado

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

MEMORANDO-DEIA-0867-0911-15

Para: **CARMEN PRIETO**
Directora de Administración de Sistemas de Información Ambiental.

De: **ING. ALEX CRUZ GONZÁLEZ**
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

Asunto: Solicitud de Ubicación de Proyecto

Fecha: 09 de noviembre de 2015

Por medio de la presente, le solicitamos nos permita el uso del programa Skype, instalado en la computadora ubicada en el salón de reuniones de nuestra Dirección. El mismo será utilizado para realizar semanalmente video llamadas con el consultor argentino Luis Cavanna, el cual fue contratado por el Ministerio para ayudar en la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, del "PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO", ubicado en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos.

Requerimos continuar con dichas video llamadas, para poder culminar la revisión de todo el Estudio, y así realizar la primera ampliación del mismo.

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente.

ACG/ds/ab

Ministerio de Ambiente
RECIBIDO
POR: Paula
FECHA: 12-11-15 8:40
Dirección de Administración de Sistemas de Información Ambiental

Panamá, 12 de nov de 2015.

Señor
Director de Evaluación y
Ordenamiento Ambiental – ANAM
E. S. D.

Respetado Director:

Por este medio, yo Isaías Ramos G, con cédula de identidad personal No. 6-702-357, de nacionalidad Panameño, con domicilio en el corregimiento de Tocumen, distrito de Panamá, provincia de Panamá, específicamente Altos de Tocumen 3, acudo respetuosamente a la Dirección a su cargo, con la finalidad de solicitar, con fundamento en la Ley 6 de 22 de enero de 2006, acceso al Expediente correspondiente al proyecto denominado Cerro Quema, categoría III, cuyo promotor es Cerro Quema S.A.

El referido expediente consta de _____ fojas.

Atentamente,

Isaías Ramos G

Nombre Isaías Ramos G
C.I.P. No. 6-702-357

Madelayne Chacón

Funcionario que atiende 11:28 AM.

Daniel Domínguez
V°B°
12/nov/15.

513

Si-090-15

C-246-15.

SOLICITUD DE ACCESO A INFORMACIÓN Y COPIA

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscriben, **SUSANA SERRACÍN**, mujer, panameña, mayor de edad con cédula **4-246-825** e **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, ambos con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a nuestro propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurrimos ante usted, con nuestro habitual respeto, a fin de solicitar nos indique:

- ✓ Respuesta al MEMORANDO-DEIA-0620-1408-15, remitido por la Dirección de Evaluación Ambiental a la Dirección de Protección de la Calidad Ambiental, donde se solicita todos los informes elaborados por esa Dirección en relación a los seguimientos, auditorías y PAMAS.
- ✓ Copia de dichas respuestas, a nuestras costas.

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

SUSANA SERRACÍN
Cédula 4-246-825

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

rpino

514

Si-094-15

SOLICITUD DE ACCESO A INFORMACIÓN

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscribe, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurrimos ante usted, con nuestro habitual respeto, a fin de solicitar nos permita el acceso al expediente del ESIA Categoría II **PROYECTO MINERO CERRO QUEMA propuesto para la provincia de Los Santos.**

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

V° B°
27/11/15

515

Si-100-15

SOLICITUD DE ACCESO A INFORMACIÓN

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscribe, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurrimos ante usted, con nuestro habitual respeto, a fin de solicitar nos permita el acceso al expediente del ESIA Categoría II **PROYECTO MINERO CERRO QUEMA propuesto para la provincia de Los Santos.**

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

Hoy 10 de diciembre 2015
siendo las 11:05 de la mañana
notifique personalmente a
Isaías González de la presente
documentación Pedido de expediente
Notificador

Notificado

C-15-3107

516

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0838 Apartado 0843- 00793, Panamá, Panamá

www.miambiente.gob.pa

Panamá, 18 de diciembre de 2015
DIEORA-097-2015

Su excelencia
MIREI ENDARA
Ministra de Ambiente
En Su Despacho

Estimada Licenciada Endara:

Quien suscribe, **MANUEL PIMENTEL**, con cédula de identidad personal N° 2-701-2265, en mi condición de Director designado de Evaluación y Ordenamiento Ambiental (DIEORA), comparezco ante usted con el propósito de manifestarle, que considero encontrarme inhabilitado para conocer de procesos relacionados a la evaluación y toma de decisiones para todo proyecto presentado o cuyo promotor sea la Empresa MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Por la razón de haber estado vinculado anteriormente a la Empresa Minera Cerro Quema, S.A, considero puede configurarse un posible motivo de impedimento al tenor de lo dispuesto en el numeral 12 del artículo 118 de la Ley 38 de 2000, que señala lo siguiente:

Artículo 118. La autoridad encargada de decidir el proceso no podrá conocer de un asunto en el cual esté impedido. Son causales de impedimento los siguientes:
...
12. Haber intervenido la autoridad encargada de decidir en la formación del acto o del negocio objeto del proceso;
...

Por lo expuesto, solicito respetuosamente que declare legal el impedimento invocado por el suscrito y, en consecuencia, se me separe del conocimiento del presente proceso, designando a otro funcionario para darle trámite.

Atentamente,

Licdo. MANUEL PIMENTEL
Director, Designado

c.c Joana Abrego – Oficina de Asesoria Legal

5 DIC 18 11:04AM
DE AMBIENTE
RETARIA GENERAL

"Dejando huellas para un mejor ambiente"

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 22 de diciembre de 2015
DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15

Hoy 30 de diciembre de 2015
siendo las 4:00 de la tarde
notifique personalmente a Octavio Choy de la presente
documentación. Conducta
Notificador Notificado

Señor
OCTAVIO CHOY
Representante Legal
MINERA CERRO QUEMA, S.A.

E. S. D.

Señor Choy:

Nos dirigimos a usted con relación al Estudio de Impacto Ambiental Categoría II del proyecto titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, le solicitamos lo siguiente:

1. Señalar cuáles son los corregimientos en los cuales se desarrollará el proyecto.

2. En la página 5-5 en el punto 5.2. Ubicación geográfica del proyecto se indica "*... El área propuesta para la mina y proceso de lixiviación de oro, se desarrollará dentro de la Concesión, en un área máxima de 480.89 m^2 (Huella del Proyecto)*", mientras que la verificación de las coordenadas presentadas en el Estudio realizada por el Departamento de Geomática, dio como resultado un polígono con superficie aproximada de 472 Has + 6,840.23 m^2. Aclarar cuál es el área total de desarrollo del proyecto con sus respectivas coordenadas.

3. Presentar el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final. Dicho ajuste debe contener lo siguiente:

   - Se reconoce que, para el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final, elaborado para el proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, fueron valorados económicamente y de forma correcta varios de los impactos del proyecto. Sin embargo, se recomienda valorar e incluir en el análisis económico otros impactos identificados como altos o moderados (VI ≥ 40) por el Estudio de Impacto Ambiental (Tablas 9.2-8 a 9.2-10).
   - El valor económico (costo) de la perdida de bienes y servicios ambientales debido a la eliminación de cobertura forestal, así como el valor económico (beneficios) de la producción de bienes y servicios ambientales por la reforestación o recuperación de bosques, debe tomar en cuenta que los servicios ambientales del bosque se presentan como flujos anuales y su evaluación debe considerar el tiempo necesario para recuperar dicho bosque hasta un estado similar al original.
   - La valoración monetaria de los impactos ambientales que ocurran durante la etapa de construcción, operación y cierre del proyecto, debe ser realizada tomando como referencia la línea base, es decir, con

517
518

respecto a la situación antes del proyecto.

- En la evaluación económica, los costos evitados son ahorros incrementales (respecto a la línea base) para la sociedad derivados de la ejecución de una determinada obra, proyecto, programa, etc. Es decir, solo habrá costo evitado cuando la calidad ambiental con el proyecto mejore respecto a la línea base. Además, un costo evitado no será un beneficio salvo que, por una parte, pueda valorarse adecuadamente y, por otra, sea percibido por la sociedad como una ganancia en términos de bienestar (CEPAL, 2008). Por lo tanto, dado que, en el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final presentado para el proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de Óxidos de Oro no se cumplen estas condiciones, técnicamente no es válido asumir como costos evitados los costos reducidos por las medidas de prevención y conservación.
- El análisis de Beneficio-Costo (ABC) o Análisis de Costo-Beneficio, es la técnica o herramienta utilizada para realizar el "ajuste económico por externalidades sociales y ambientales". Así, además de los costos y beneficios ambientales y sociales, la matriz (o flujo de fondos) elaborado para el análisis económico debe contener también los beneficios esperados del proyecto por venta de productos, los costos de inversión, los costos de operación (incluidos los costos y beneficios de la gestión ambiental). Puesto que el inversionista (o inversionistas) es parte de la sociedad, no puede ser sustraído del análisis.
- La presentación del "ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final", debe describir también los procedimientos y/o metodologías utilizadas en la valoración económica de las externalidades ambientales y sociales.
- Anexo se presenta una matriz de referencia para la construcción del flujo de fondos.

4. En la página 5-61 en el punto 5.4.2.2.3. Sistema de manejo de aguas pluviales se indica "*...Para capturar y llevar la escorrentía de los cortes de la superficie requerida para construir el camino de acceso perimetral del HLF, se construirán unas zanjas pequeñas de desvío lo largo del borde el camino de acceso. El canal de desvío norte está diseñado para llevar adecuadamente la escorrentía generada de un evento de tormenta de 100 años, 24 horas. El canal consistirá en un canal de forma "U" forrado con concreto. El canal tendrá paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto para el fácil mantenimiento y la remoción de sedimentos*". Aclarar si los canales a construir son en "u" o "rectangulares" ya que la descripción dada corresponde a un canal "rectangular" y no en "u".

5. Presentar los detalles del área de rodadura de las calles internas a construir, con sus respectivas dimensiones y materiales a utilizar.

6. Explicar las responsabilidades del promotor, con respecto a las posibles afectaciones a las vías de carpeta asfáltica que van a utilizarse para acceder al proyecto, sabiendo que las mismas son nuevas, además de los caminos aledaños y alternos (públicos) los cuales son de rodadura de terracería. Aclarar cuál será la principal vía a utilizar como ruta de acceso para el proyecto.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

7. Señalar cuáles son las especies vegetativas que se utilizarán para el control de la erosión y sedimentación y la metodología o técnica que se aplicará para la revegetación.

8. Explicar cuál será el método de aplicación de la solución cianurada en la pila de lixiviación y señalar cuáles fueron las alternativas evaluadas. Justificar la selección de la alternativa a emplear en el proyecto.

9. Aclarar si se ha considerado la eventual formación de vapores de ácido cianhídrico en la pila de lixiviación y señalar si se implementará o no algún tipo de control de evaporación de solución cianurada desde la superficie de la pila de lixiviación.

10. En la página 5-1 en el mapa de facilidades mineras principales, se señalan las facilidades auxiliares y las facilidades del proceso de lixiviación. Aclarar cuáles son las facilidades auxiliares y las facilidades del proceso de lixiviación con que contará el proyecto.

11. En la página 5-80 en el punto 5.4.4.1. Instalación de lixiviados Maricela se indica "*...al final del apilamiento y la lixiviación, se lavarán las pilas para retirar los metales preciosos y el cianuro de sodio residuales. Luego, el mineral lavado deberá consistir de material no peligroso*" y en la página 5-128 en el punto 5.6.2.3. Recurso humano durante el cierre y post cierre se indica "... *se requerirán tres ciclos de lavado de las pilas de lixiviación para extraer el cianuro del material y que se estima que esta fase tome un período de 2.3 años*". Señalar qué criterio se utilizará y cuáles serán los parámetros a considerar para determinar que la pila de lixiviación ha quedado limpia de cianuro y que constituye material no peligroso.

12. Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de material particulado desde la superficie de la pila de lixiviación en las etapas de operación, cierre y post cierre.

13. Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de material particulado desde los tajos en las etapas de operación, cierre y post cierre.

14. Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de material particulado desde el depósito de material estéril en las etapas de operación, cierre y post cierre.

15. Presentar un Estudio Hidráulico en el cual se demuestre si existe o no la posibilidad de vinculación hidráulica entre los tajos mineros y los manantiales cercanos y el agua subterránea de la zona, y si el proyecto produce o no algún tipo de afectación a dichos manantiales y al agua subterránea.

16. Presentar estudios técnicos que confirmen o descarten la necesidad de impermeabilizar o no la base del depósito de materiales estériles.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

17. La Figura 5.4-7 muestra la ubicación de la planta de trituración en la plataforma de facilidades mineras y próxima al tajo la pava. No obstante, no se describe en el texto del capítulo este tema ni los criterios aplicados para la selección del sitio de ubicación de la planta trituradora. Explicar cuál fue el criterio aplicado para la ubicación de la planta de trituración y cómo será el sistema de trituración de roca. Describir los mecanismos que se aplicarán para el control de emisiones de polvo y ruidos producidos por la planta de trituración.

18. En la página 5-141 en el punto 5.7.4.3. Tratamiento de agua cianurada de proceso se indica "*...el agua tratada será descargada por gravedad en la quebrada Maricela. La Planta de Tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3 /hora*". Indicar cuál sería la calidad del agua tratada que se volcaría a la quebrada Maricela y el valor esperado para los parámetros físico químicos del vertido y mecanismos que se implementarán para el control de la calidad del vertido. Indicar cuál es el caudal máximo mensual de descarga de la planta de tratamiento y el caudal medio mensual del afluente receptor de la descarga

19. En la página 5-140 en el punto 75.7.3. Gaseosos se indica "*...en el caso de la refinería, el manejo de las emisiones se hará de acuerdo a la normativa panameña y que la captación de polvos se realizará mediante la instalación de filtros de manga (dust colectors)*". Explicar cuáles son las emisiones gaseosas que se esperan del proceso de refinería y los mecanismos que se proponen para su atenuación y/o captación.

20. Explicar si se ha considerado o descartado sistemas para la captación de gases y/o humos en el proceso de recuperación/fundición.
En caso de haberlos descartado explicar y justificar las razones de dicha decisión.

21. Incluir una tabla síntesis con la cuantificación anual de las principales insumos/productos/subproductos del proyecto que incluya: consumo de agua cruda a lo largo de las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre (m^3/año) indicando la procedencia del agua cruda en cada etapa del proyecto, consumo de cianuro a lo largo de toda la etapa de operación (Ton/año), envases de cianuro que serán enviados a disposición final (No. Envases/año) indicando el tratamiento y disposición final de los envases, vuelco de efluentes a quebradas (m^3/año) indicando la calidad esperada del vertido en cada punto de vuelco, ingreso o egreso de camiones al proyecto (No. Camiones/día) indicando la ruta de transporte, producción de roca mineralizada (ton/año), producción de roca estéril (ton/año), producción de oro (kg/año), pago de canon o regalías al gobierno (USD/año)

22. En la página 5-108 en el punto 5.5.1.3.5. Área de almacenamiento de cianuro se indica "*... los contenedores de cianuro serán devueltos al proveedor o se dispondrán en rellenos sanitarios adecuados autorizados*". Aclarar si se tiene

526
521

definido el destino final para los contenedores de cianuro, ya sea con devolución al proveedor o con disposición en relleno sanitario. En caso de que sea mediante disposición en relleno sanitario se deberá indicar cuál es el relleno sanitario donde se dispondrán estos contenedores y presentar las autorizaciones correspondientes para esta disposición.

23. Presentar una modelación matemática de la dispersión de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto del material particulado en la atmósfera y las áreas pobladas próximas al proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación deberá realizarse para dos etapas del ciclo de vida del proyecto:
    - Etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarrollo de la mina)
    - Etapa de post cierre, una vez que la operación y el cierre hayan finalizado.

    Incluir un análisis completo de la modelación, donde emita opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos.

24. Presentar una modelación matemática de la dispersión de gases y/o vapores que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto de los gases y/o vapores en la atmósfera y las áreas pobladas próximas al proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación deberá realizarse para la etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarrollo de la mina). Incluir un análisis completo de la modelación, donde emita opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos.

25. Presentar una modelación matemática de la propagación del ruido con mapa de isofonas con centro en la huella del proyecto, que muestre el decaimiento del nivel sonoro hasta la zona poblada más próxima. Incluir en el análisis de la propagación de ruidos el tránsito de camiones en la ruta de transporte cuando esta transcurra por zonas pobladas. Incluir un análisis completo de la modelación, donde emita opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos.

26. En la página 6.1-11 en el punto 6.1.2. Unidades Geológicas Locales se indica "*... La mineralización consiste en pirita diseminada, calcopirita y enargita y stockworks de cuarzo, pirita, calcopirita, y barita con trazas de galena y blenda. El oro se produce como granos microscópicos diseminados de oro nativo y como "oro invisible" dentro de la pirita, particularmente en la zona de*

521
522

alteración silícea. Los más altos grados de mineralización de oro se encuentran cerca de la superficie y disminuyen hacia el menor límite de la oxidación". Indicar cuál es el riesgo de generación de Drenaje Acido de Roca en el Proyecto, como consecuencia de esta mineralización, cuál es el grado de segregación existente entre la zona de óxidos y la zona que contiene piritas y sulfuros de oro, cuál es el riesgo de exponer rocas que contienen piritas o sulfuros de oro durante el proceso de explotación de la zona oxidada, cuál es la capacidad de neutralización de las rocas presentes en la zona de explotación, cuál es el riesgo de producir lixiviado de metales a partir del contacto de las rocas expuestas con el aire y el agua. Indicar los metales que podrían ser lixiviados.

27. En la página 6.1-11 en el punto 6.1.2. Unidades Geológicas Locales se indica "*... la geología estructural del área del Proyecto se caracteriza por una red de fallas profundas empinadas con dirección Noroeste y Noreste y que la Falla del Río Joaquín, es una estructura regional con dirección Este-Oeste, se ubica aproximadamente entre 1 y 3 km al Sur de las áreas de La Pava y Quemita, respectivamente*", sin embargo, la figura 6.1-2 Mapa de Geología Regional muestra que una falla (la cual no se detalla) atraviesa por el medio de las facilidades del proceso de lixiviación. Explicar y justificar si existe alguna falla geológica en el sitio donde se asentará el patio de lixiviación y el depósito de material estéril. En caso afirmativo, explicar y justificar cuál es el riesgo que supone esa falla para la estabilidad del patio de lixiviación y el depósito de roca estéril, cuáles son los riesgos identificados para la población ubicada en cercanía del proyecto en caso de colapso del patio de lixiviación y el depósito de roca estéril por eventuales actividades de la falla geológica y cuáles son las medidas de mitigación/compensación que ha previsto el Proyecto para atender a la población que pudiera ser afectada por un eventual colapso del patio de lixiviación.

28. Aclarar cuáles son las direcciones de los vientos dominantes en distintos momentos del año (época seca y de lluvias). Elaborar un mapa de vientos dominantes sobre una imagen satelital, donde pueda verse la huella del proyecto con sus componentes más importantes (tajos, acopio de material estéril y patio de lixiviación), la ubicación de los poblados más cercanos y los vectores que indiquen dirección, sentido y magnitud del viento dominante para distintos momentos del año (se puede elaborar un mapa para cada momento). Presentar un mapa igual al anterior donde se analice el movimiento de los vientos catabáticos y su relación con los poblados más cercanos.

29. Presentar un mapa hidrográfico con una detallada descripción de la hidrología superficial en la zona de Proyecto destacando las vías de escurrimiento superficial más importantes con sus sentidos de flujo (mapa de escurrimiento superficial). Incluir en dicho mapa, las instalaciones del proyecto (huella) y los centros poblados cercanos al Proyecto.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

30. Presentar una ampliación de los estudios hidrogeológicos que explique y justifique si la apertura de los tajos significará (o no) una reducción de caudales y/o secado de manantiales y/o quebradas en las proximidades del Proyecto, indicar y mostrar en un mapa cuáles serán los manantiales y/o quebradas afectados, cuál será el nivel de afectación esperado en los manantiales y/o quebradas y cuáles son las medidas de mitigación y/o compensación que el Proyecto tiene previsto aplicar para ayudar a los pobladores locales en caso que esta afectación de caudales en manantiales y/o quebradas se manifieste.
Dicha ampliación deberá igualmente explicar y justificar cuál es el almacenamiento actual (Hm^3) estimado para el acuífero subterráneo que será utilizado por el Proyecto, ya sea para consumo industrial o como consecuencia de tareas de desagote (tajos), cuál es la recarga anual (Hm^3/año) para ese acuífero, cuál es la extracción de agua subterránea (Hm^3/año) prevista para ese acuífero, ya sea para consumo industrial o debido a necesidades de desagote (tajos), cuál sería la afectación de la calidad del agua subterránea y los eventuales efectos sobre los usos de agua subterránea que hace la población ubicada en las proximidades del proyecto.

31. Señalar cuál fue el criterio para ubicar las estaciones de muestreo para la medición de la calidad del aire y el ruido. Aclarar si han considerado la relación de las estaciones de muestreo con los vientos dominantes. Realizar mediciones de calidad del aire en zonas pobladas ubicadas a sotavento del Proyecto y mediciones de ruido realizadas en zonas pobladas cercanas al Proyecto. Realizar mediciones de calidad del aire y ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas.

32. En la página 6.8-13 en el punto 6.8.5. Conclusiones se indica "*... finalmente, es posible afirmar que la falla del río Joaquín no representa un peligro de ruptura de falla superficial; es decir, la misma no representa una fuente de grandes sismos en el sitio donde se ubicaran las facilidades de lixiviación Maricela y el depósito de material estéril Chontal Arriba*". Explicar y justificar lo que significa la aseveración de "no representa una fuente de grandes sismos", si se considera que podrían producirse en la huella de Proyecto sismos que no se consideren "grandes", si se considera que estos sismos "no grandes" podrían (o no) comprometer la integridad del patio de lixiviación o el depósito de estériles, cuál es la probabilidad asociada a ese riesgo y cuáles son las medidas de prevención, mitigación o compensación que el proyecto ha considerado para atender a la población que pudiera ser afectada por este tipo de contingencias en caso de ocurrir.

33. En la página 6.10-2 en el punto 6.10.4. Resultados se indica "*... la Figura 6.10-1 muestra la localización de los sitios vulnerables a deslizamientos y erosión en el sitio del Proyecto*", sin embargo, al observar la figura no queda claro cuál es el riesgo de deslizamiento asociado con distintas instalaciones del Proyecto.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Explicar y justificar cuál es el riesgo de erosión/deslizamiento asociado al sitio de instalación del Patio de Lixiviación, cuál es el riesgo de erosión/deslizamiento asociado al sitio de instalación del Depósito de Roca Estéril, cuál es la probabilidad asociada a ese riesgo y cuáles son las medidas de prevención, mitigación o compensación que el proyecto ha considerado para atender a la población que pudiera ser afectada por este tipo de contingencias en caso de ocurrir.

34. En la página 7-83 en el punto 7.1.4. Conclusiones se indica "… *Se registró un total de cuatro especies amenazadas en el área de estudio: Astronium graveolens, Cedrela odorata, Epiphyllum phyllanthus y Terminalia amazonia*". Explicar y justificar si el área de estudio es la huella del proyecto o toda el área estudiada, cuáles son las especies de Flora amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción que fueron reportadas para la huella de proyecto, si las especies amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción reportadas para la huella de proyecto se encuentra también representadas fuera de la huella de Proyecto.

35. En la página 7-242 en el punto 7.2.1.4. Inventario de especies amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción se indica "… *la lista que presentamos incluye tres especies de mamíferos, cuatro de anfibios y 19 especies de aves. Se reportan 24 especies bajo alguna categoría de amenaza o en condición de endemismo para el área del Proyecto*". Explicar y justificar si el área de proyecto es la huella del proyecto o toda el área estudiada, cuáles son las especies de Fauna amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción que fueron reportadas para la huella de proyecto, si las especies amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción reportadas para la huella de proyecto se encuentra también representadas fuera de la huella de Proyecto. Aclarar si las especies presentadas como amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción son 24 ó 26 (3+4+19).

36. En la página 7-246 en el punto 7.2.2. Conclusiones se indica "… *se registró un total de 24 especies endémicas o bajo alguna categoría de amenaza. Tres especies de mamíferos; 18 especies de aves y tres especies de anfibios*". Explicar y justificar si las especies de anfibios presentadas como amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción son 4 (punto 7.2.1.4) o 3 (punto 7.2.2), si las especies de aves presentadas como amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción son 19 (punto 7.2.1.4) o 18 (punto 7.2.2).

37. En la página 7-250 en el punto 7.3.1. Representatividad de los ecosistemas se indica "… *el presente estudio de línea base no reporta la presencia de ecosistemas frágiles que puedan sufrir algún daño por el desarrollo del Proyecto*", mientras que en el punto 7.3.2. Conclusiones se indica "… *el presente estudio no ha identificado ecosistemas frágiles. Sin embargo se han*

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

identificado dos áreas de importancia ecológica por ser las de mayor nivel de conservación. Corresponden a dos áreas de bosque secundario maduro colindantes con la huella del Proyecto, una en el sector de Quebrada Seca y la otra al sur de cerro Quema". Explicar y justificar cuál es a su criterio la diferencia entre un ecosistema frágil y un área de importancia ecológica. Ubicar en cartografía las dos (2) áreas de importancia ecológica identificadas, demarcando sus límites junto con la huella del proyecto a los efectos de identificar eventuales superposiciones entre la huella del Proyecto y las áreas de importancia ecológica. Aclarar si considera que el proyecto producirá algún tipo de afectación a las dos áreas de importancia ecológica identificadas. Señalar cuál sería la afectación que se produciría sobre estas dos áreas

38. La explicación y justificación de los impactos ambientales que han sido incluidos en el capítulo 9, se considera poco desarrollada para un proyecto minero de estas características. Si bien todos los impactos identificados han sido incluidos en las tablas de valoración de impactos, en el texto del informe sólo se explican los impactos de nivel alto y se omite explicar los de nivel moderado o bajo. Por otro lado, la explicación y justificación de los impactos de nivel alto en el texto del informe, se limita a la mera enunciación de los valores aplicados a las variables del polinomio en las tablas de valoración de impactos. No se incluye una explicación detallada del impacto que se menciona, ni una justificación de la valoración que se le da. No se explica cuáles son las fuentes que generan el impacto, los lugares donde se manifestaría o las consecuencias de su manifestación sobre los componentes ambientales afectados, entre otros aspectos. El capítulo de impactos ambientales no incorpora vínculos con los capítulos de estudios de línea de base ni con el capítulo de la descripción técnica del proyecto, ya que esos aspectos están ausentes de la descripción de los impactos ambientales. Dicho todo lo anterior, se debe incluir en el capítulo una descripción detallada y la debida justificación técnica de todos los impactos identificados. Incluir en la explicación y justificación de cada impacto su relación con los estudios de línea de base y la descripción técnica del proyecto.

39. Organizar el capítulo 9 separando los impactos ambientales por cuatro (4) etapas de proyecto (construcción, operación, cierre y post cierre). Organizar el tratamiento de los impactos ambientales de cada etapa de proyecto, respetando la siguiente secuencia:

    a. Acciones de Proyecto generadoras de Impactos en esa etapa.
    b. Factores ambientales susceptibles de ser impactados en esa etapa.
    c. Impactos ambientales que se analizan para esa etapa.
    d. Tabla de Valoración de Impactos para esa etapa.
    e. Explicación y justificación detallada de todos los impactos identificados para esa etapa.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

40. Incluir en la metodología de valoración de impactos los valores que puede tomar la variable EF (efecto) y corregir la variable EF en todas las tablas de valoración de impactos.

41. En el encabezado de las tablas 9.2.8, 9.2.9 y 9.2.10 los criterios de valoración no coinciden con los que se presentan en la ecuación SF de la página 9-38. Tampoco coinciden con los que se presentan en la tabla 9.3.1 de la página 9-36. Corregir las inconsistencias observadas entre las tablas de valoración y textos del informe.

42. Los valores de VI en las tablas 9.2.8, 9.2.9 y 9.2.10 no consideran el valor de CA (signo) ya que todos los resultados de VI son positivos (>0) ya se trate de impactos positivos o negativos. Corregir la valoración de los impactos considerando el signo.

43. Incluir dentro del impacto de generación de gases, vapores y aerosoles el análisis del eventual riesgo de dispersión de vapores o aerosoles de la pila de lixiviación y del proceso metalúrgico así como sus posibles efectos aguas debajo (vientos dominantes, vientos catabáticos).

44. Explicar y justificar el impacto de afectación de la red de drenaje, mostrando efectivamente cual sería la afectación de la red de drenaje y sus eventuales efectos sobre los usos de agua que hace la población ubicada aguas abajo.

45. Explicar y justificar el impacto de contaminación del agua superficial por desechos, aceites, grasas o hidrocarburos y por transporte de material en suspensión, mostrando efectivamente cual sería la afectación de la calidad del agua superficial (fuentes contaminantes, puntos de contaminación, magnitud de la contaminación) y sus eventuales efectos sobre los usos de agua que hace la población ubicada aguas abajo.

46. Presentar una evaluación y discusión de la eventual afectación de la calidad, uso y disponibilidad actual de caudales en quebradas, ríos y manantiales.

47. Presentar una evaluación y discusión de la eventual afectación de la disponibilidad de caudales de agua subterránea y de manantiales en la zona.

48. Incluir la explicación y justificación del impacto por afectación de la calidad del agua subterránea. Destacar y justificar de manera fundada cual sería la afectación de la calidad del agua subterránea (fuentes contaminantes, puntos de contaminación, magnitud de la contaminación). Destacar y justificar de manera fundada cuales serían los eventuales efectos sobre los usos de agua subterránea que hace la población ubicada en las proximidades del Proyecto.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

49. Ampliar la descripción del impacto de incremento de la erosión, ya que no se explica cuál sería el incremento en la erosión ni respecto de que se verificaría ese incremento. Tampoco se explica dónde se va a producir el incremento de la erosión, cuáles serían las causas en cada punto o que consecuencias podría tener sobre distintos factores ambientales (agua superficial, peces, etc).

50. Evaluar el impacto de cambios en la calidad de los suelos próximos al proyecto basado en un modelo matemático de la dispersión atmosférica de material particulado, ya que los cambios en la calidad de los suelos próximos al proyecto minero suelen estar normalmente relacionados con la deposición de material particulado que arrastra el viento, especialmente cuando el material particulado arrastra metales.

51. Ampliar la descripción del impacto de perdida de cobertura vegetal indicando cuáles son las unidades de vegetación que se pierden, cuál es el área que se pierde de cada unidad (Ha) y cuál es el valor ecológico para la zona de cada unidad de vegetación afectada.

52. Incluir un análisis y justificación del impacto de perdida de riqueza y/o diversidad florística que podría producir la implementación del proyecto.

53. Incluir un análisis y justificación del impacto de afectación de especies protegidas o de interés especial de la flora que podría producir la implementación del proyecto.

54. Ampliar la descripción del impacto de incremento de la fragmentación del hábitat indicando el tipo de hábitat que se fracciona, tipo de fragmentación, valor ecológico del hábitat que se fracciona y las especies cuyo hábitat se considera sujeto a fragmentación.

55. Incluir un análisis y justificación del impacto debido a la pérdida de riqueza o de diversidad faunística que podría producir la implementación del proyecto.

56. Incluir un análisis y justificación del impacto de afectación de especies protegidas o de interés especial de la flora que podría producir la implementación del proyecto.

57. Presentar una descripción detallada del impacto por la afectación de especies protegidas o de interés especial (SOC) de la fauna que podría producir la implementación del Proyecto indicando cuáles serían las especies de interés afectadas por el Proyecto y si la afectación de estas especies se produciría por muerte o por lesiones.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

58. Incluir un análisis y justificación del impacto debido a la pérdida de hábitat, perdida de riqueza o diversidad, e impacto sobre especies de interés en los ecosistemas acuáticos.

59. Incluir un análisis y justificación del impacto de reversión de tendencia demográfica, ya que no se explica de que se trata ni que alcance tiene este impacto.

60. Incluir un análisis y justificación del impacto sobre las viviendas de las comunidades locales que podría producir la implementación del proyecto.

61. Incluir un análisis y justificación del impacto de la implementación del proyecto en cuanto a posibles cambios en la calidad de vida (considerado en términos globales) de la población local.

62. Incluir un análisis y justificación del impacto por posibles afectaciones a comunidades indígenas, ya que no se indica si existen o no comunidades indígenas cercanas al proyecto. Es un tema de alta sensibilidad que amerita ser tratado.

63. Incluir un análisis y justificación del impacto de incremento de la capacitación y competitividad, ya que no se explica de que se trata este impacto ni se justifica porque razón se lo considera de nivel moderado.

64. Incluir un análisis y justificación del impacto por afectación de la salud de los trabajadores, ya que no se explica de que se trata este impacto ni se justifica porque razón se lo considera de nivel moderado.

65. Incluir un análisis y justificación de los impactos que el proyecto podría ocasionar sobre los servicios de los poblados locales como, por ejemplo: Mayor demanda de alquiler de viviendas, mayor demanda de servicios
de salud, de servicios hospitalarios, de servicios de comunicaciones, de servicios educativos, etc., derivados del ingreso de población extra regional para trabajar en el proyecto.

66. Incluir un análisis y justificación del impacto de incremento de ingresos de instituciones públicas, ya que no se explica de que se trata este impacto ni justifica porque razón se lo considera de nivel moderado.

67. Incluir un análisis y justificación del impacto por actividades económicas, ya que no se analiza el eventual incremento de las actividades económicas en la zona, derivadas de la demanda de bienes y servicios que el Proyecto podría requerir localmente.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

68. Incluir un análisis y justificación del impacto de tierras productivas, ya que no se analiza la eventual pérdida de tierras productivas en la zona como consecuencia de la realización del proyecto y la población afectada por ello.

69. Incluir un análisis y justificación del impacto por afectación del paisaje, ya que para la etapa de construcción se menciona que dicho impacto tiene una valoración de (48=moderado), en la etapa de operación se menciona el mismo impacto con una valoración de (62=Alto), pero en el texto se le asigna valor 51. Para la Etapa de Cierre y Postcierre se menciona como impacto positivo la Recuperación del Paisaje (56= Alto) pero en el texto se le asigna valor 51.
Del análisis de este impacto pareciera que se pretende mostrar que la realización del proyecto produciría un impacto negativo moderado sobre la calidad del paisaje local, mientras que su cierre y abandono produciría un impacto positivo alto, sugiriendo que en definitiva si el proyecto se realizará y luego se cerrará, habría una ganancia neta positiva en cuanto a la calidad del paisaje local.
Incluir un análisis y justificación de este impacto, según lo señalado anteriormente.

70. Incluir un análisis y justificación del impacto por turismo/recreación, ya que no se analiza la eventual afectación de actividades recreativas o turísticas que se realizan en la zona.

71. Incluir un análisis y justificación del impacto de daño del patrimonio cultural, ya que no se explica de que se trata el impacto, donde se produciría este daño ni se justifica porque razón se lo considera de nivel bajo.

72. Incluir un análisis y justificación del impacto de daño al patrimonio histórico, patrimonio arqueológico y patrimonio paleontológico, ya que no se analiza la eventual afectación de los patrimonios antes mencionados de la zona como consecuencia de la implementación del Proyecto minero.

73. En la página 10-7 en el punto 10.1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "*...instalación de estación total de monitoreo de Material particulado*". Indicar donde se ubicará la estación de monitoreo de material particulado (incluir coordenadas UTM NAD 27 o WGS 84) y cuál fue el criterio que se aplicó para establecer su ubicación.

74. En la página 10-7 en el punto 10.1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "... *rociar con agua, mínimo dos veces al día durante la época seca o durante largos períodos sin lluvia en la estación lluviosa, a las áreas con terreno descubierto donde se realicen movimientos de tierra o existan superficies generadoras de partículas o polvo*". Explicar cuáles serían las superficies emisoras de polvo que se pretenden controlar y cuál sería el método para rociar con agua (dos veces al día) esas superficies.

75. En la página 10-8 en el punto 10.1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "*... asegurar que la carga y descarga de materiales se haga minimizando la dispersión de polvo al ambiente*". Señalar cuales serían los métodos a aplicar para minimizar la dispersión de polvo al ambiente durante las tareas de carga y descarga de materiales.

76. En la página 10-9 en el punto 10.1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "*...realizar la trituración de material pétreo y agregados en húmedo o bien con sistemas que controlen la emisión de partículas*". Aclarar si la trituración de material pétreo se realizará en húmedo o en seco. En este último caso indicar cuales serían los métodos/técnicas que se aplicarán para minimizar la emisión de partículas.

77. Presentar la ubicación de las trituradoras primaria y secundaria (incluir coordenadas UTM NAD 27 o WGS 84). Indicar el tipo y ubicación de los potenciales receptores sensibles al impacto acústico, así como el tipo y ubicación de las barreras acústicas a instalar.

78. Indicar las medidas que se implementarán para minimizar el ruido y las vibraciones del tránsito de camiones o maquinaria pesada en zonas pobladas. Indicar si este impacto ha sido evaluado al momento de definir la ruta de acceso y salida del Proyecto. En caso afirmativo indicar el criterio aplicado para seleccionar la ruta de acceso y salida del Proyecto.

79. En la página 10-15 en el punto 10.1.1.2.1.1. Recuperación de suelos orgánicos se indica "*...realizar un reconocimiento preliminar de las áreas en las cuales se procederá a remover los suelos orgánicos y verificar si en ellas se encuentran especies de plantas de interés*". Realizar este reconocimiento ya que es un insumo imprescindible para una correcta evaluación de impactos el conocer con certeza si existen o no especies de interés sobre la huella del Proyecto. Presentar los resultados de este reconocimiento por parte de un botánico. Una vez realizado, el Promotor deberá actualizar el capítulo 9 Impactos Ambientales.

80. En la página 10-16 en el punto 10.1.1.2.1.1. Recuperación de suelos orgánicos se indica "*... los suelos orgánicos de buena y mediana fertilidad, se mantendrán en las pilas de almacenamiento a través de los trabajos de control de erosión y siembra de pastos y que los suelos de baja fertilidad serán llevados al depósito de roca estéril Chontal*". Señalar qué criterio y que metodología se aplicará para determinar el tipo de fertilidad del suelo extraído, a los efectos de derivar los suelos orgánicos de mediana y buena fertilidad a las pilas de almacenamiento de topsoil y el suelo de baja fertilidad al depósito de roca est*éril Chontal.*

81. *En la página 10-17 en el punto 10.1.1.2.2. Control de erosión y sedimentos se indica "... ejecutar, en la medida que sea posible, las actividades de mayor*

movimiento y perturbación de tierras durante los períodos de menor lluvia, (para evitar escorrentías)". Aclarar si efectivamente se aplicará o no esta medida de limitar la remoción y reemplazo de suelos a la época seca, ya que no queda claro en el PMA si la aclaración "en la medida de lo posible" libera al promotor de esta obligación.

82. En la página 10-19 en el punto 10.1.1.2.3. Prevención de la contaminación del suelo se indica "... *disponer los suelos contaminados debido a derrames y/o fugas de aceites, grasas y lubricantes, en un área específica del depósito de roca estéril Chontal"*. Aclarar en qué lugar se ubicará el *área específica* para el acopio de suelos contaminados en el depósito de roca estéril Chontal. Qué medidas que se aplicarán para lograr un acopio seguro de estos suelos. Indicar además el tratamiento que se dará y destino final de estos suelos contaminados.

83. En la página 10-25 en el punto 10.1.1.3.4. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas se indica "... *proveer de trampas a los drenajes pluviales que por su ubicación puedan recoger aguas que arrastren contaminantes"*. Especificar qué tipo de contaminantes podrían ser retenidos por las trampas que se instalarán en los drenajes pluviales. Indicar qué tipo de contaminantes NO podrán ser retenidos por esas trampas.

84. En la página 10-26 en el punto 10.1.1.3.4. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas se indica "... *aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de la calidad del agua. El parámetro visual que se debe de observar es la turbidez o sólidos suspendidos. Inmediatamente se incremente la turbidez se deberán de parar los frentes de trabajo generadores de dicha turbidez en el cuerpo receptor"*. Especificar qué tipo de parámetros serán evaluados para realizar el seguimiento, vigilancia y control de la calidad del agua. Indicar si este seguimiento se limitará a una *"inspección visual"* para detectar turbidez y/o sólidos suspendidos.

85. En la página 10-36 en el punto 10.1.1.6. Fauna silvestre se indica "... *reubicar, en la medida de lo posible, aquellas poblaciones aisladas con especies endémicas tales como Alouatta coibensis trabeata (mono aullador de Coiba) e Incilius signifer (sapo) que se verán afectadas por la huella del Proyecto"*. Señalar si esta medida será implementada o no, ya que cuando dicen "*en la medida de lo posible*" no queda claro si están obligados o no a implementar la medida.

86. En la página 10-38 en el punto 10.1.1.7.1. Medidas para potenciar el incremento a la economía nacional y regional se indica "... *informar, previo al inicio de la obra, a los gremios y empresas comerciales, acerca de las características de la obra y necesidades de insumos varios, para las diferentes etapas de construcción, con el propósito de que, preferiblemente, sean empresas nacionales las que atiendan los diversos requerimientos"*. Indicar con cuanta anticipación, con qué recursos y con que alcance se implementará la medida.

87. En la página 10-39 en el punto 10.1.1.7.1. Medidas para potenciar el incremento a la economía nacional y regional se indica "... *el proyecto realizará*

531
532

un convenio de capacitación de personal con el INADEH para generar capacidad local para el proyecto". Indicar con cuanta anticipación, con qué recursos y con que alcance se implementará la medida.

88. En el punto 10.1.1.7.3 Medidas para disminuir la afectación de la salud de los trabajadores y en el punto 10.1.1.7.4 Medidas para reducir el incremento en el riesgo de accidentes laborales, el programa muestra que tiene previsto implementar medidas para la protección de los trabajadores. Explicar y justificar si está previsto en la gestión ambiental del proyecto implementar esas mismas medidas, pero orientadas a la población local que no trabaja en el Proyecto. En caso afirmativo explicar el alcance de esas medidas. En caso negativo, explicar las razones que justifican su exclusión.

89. En la página 10-42 en el punto 10.1.1.7.5. Medidas para reducir la alteración del tráfico vehicular se indica "... *regular la velocidad de los vehículos y maquinarias del proyecto a lo largo de las vías utilizadas, especialmente cuando se transite en los lugares poblados... priorizar las horas nocturnas para el movimiento de materiales e insumos*. Explicar y justificar si se han estudiado alternativas de rutas de transporte para minimizar el impacto sobre las poblaciones locales por circulación de equipos pesados cerca de las viviendas (ruido y vibraciones). Qué criterio se aplicó para optar por la ruta seleccionada. Detallar qué medidas se aplicarán para minimizar la alteración del tránsito vehicular en las zonas pobladas (ruido y vibraciones).

90. En la pagina 10-45 en el punto 10.1.2.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "... *en días extremadamente secos y soleados, control de polvos en la faja trasportadora proveniente del tajo de Quemita, para evitar la generación de partículas de polvo en el aire*". Explicar y justificar qué criterio tiene previsto aplicar MCQSA para determinar cuándo un día debe considerarse "extremadamente seco" y en consecuencia activar el mecanismo de control de polvos en la cinta transportadora. Cuáles son los mecanismos para control de polvos de la cinta transportadora y explicar su funcionamiento.

91. En la página 10-46 en el punto 10.1.2.1.1.2. Gases de combustión se indica "... *En relación al funcionamiento del horno de fundición, se aplicarán las siguientes medidas: Las emisiones producto de la fundición de material serán controladas a través de filtros de manga y el horno de fundición funcionará sólo cuatro veces a la semana durante cuatro horas cada vez, minimizando la operación a 16 horas por semana.* Explicar y justificar si el Proyecto considera mecanismos para reducir la emisión de gases a la atmósfera del horno de fundición. En caso afirmativo que explique el mecanismo previsto y su funcionamiento. En caso negativo que justifique su exclusión.

92. En la página 10-53 en el punto 10.1.2.3.1. Agua para el proceso se indica "... *el manejo de agua de la pileta de excesos, deberá considerar un vertedero o canal de descarga de emergencia para evitar una falla catastrófica del terraplén, en condiciones alteradas superiores a las condiciones de diseño*. Explicar y justificar donde descargará el canal de descarga de la pileta de excesos (incluir coordenadas con Datum NAD 27 o WGS 84). Qué volumen máximo de descarga

532
533

podría esperarse en caso de condiciones alteradas superiores a la de diseño. Cuál sería la calidad esperada para esa descarga (parámetros físico químicos y valores) y los mecanismos que se implementaran para el control de la calidad del vertido. Si existe riesgo de volcar agua no tratada (por ejemplo en caso de que el caudal ingresante supere la capacidad de tratamiento de 300 m^3/h).

93. En la pagina 10-53 en el punto 10.1.2.3.1. Agua para el proceso se indica "... *el manejo de agua de la planta de destrucción del cianuro de la solución de procesos, deberá tratar el agua proveniente de la pileta de excesos, previo a su descarga a la quebrada Maricela*". Explicar y justificar qué volumen máximo (m3/hora) de descarga podría esperarse en la quebrada Maricela. Cuál sería la calidad esperada para esa descarga (parámetros físico químicos y valores). Si existe riesgo de volcar agua no tratada (por ejemplo en caso que el caudal ingresante supere la capacidad de tratamiento de 300 m^3 /h).

94. En la página 10-61 en el punto 10.1.2.3.7.1. Desagüe de los tajos se indica "... *de acuerdo a los estudios hidrogeológicos, no se prevé que el desarrollo del tajo intercepte el acuífero que está en contacto directo con el mineral sulfuroso, por lo mismo solo se han considerado medidas para el manejo del agua de lluvia dentro del tajo*", sin embargo, en el estudio hidrológico (LBF 6.6) se observa que los niveles freáticos reportados se encuentran próximos a la superficie (0 – 50 m), siendo que los tajos tendrán mayor profundidad. Explicar con claridad y justificar a qué profundidad de encuentra el agua subterránea en las inmediaciones de los tajos La Pava y Quemita. Cuáles son los piezómetros de referencia para cada tajo. Si el proyecto considera factible el surgimiento de agua subterránea dentro de los tajos a medida que se realicen las excavaciones. En caso afirmativo que explique los equipos previstos para desagote, el procedimiento de desagote, el eventual riesgo de afloramiento de drenaje acido de roca, el tratamiento del agua previo al vuelco en superficie y si existe riesgo de afectar los manantiales cercanos a cada tajo. En caso negativo, que justifique su posición.

95. En la pagina 10-62 en el punto 10.1.2.3.7.2. Deposito de roca estéril Chontal se indica "... *finalmente, para asegurar que las medidas de mitigación propuestas sean efectivas, se realizará el monitoreo de la calidad del agua superficial alrededor del depósito de roca estéril. En caso de que se detecte una degradación del agua en alguna área, se realizarán investigaciones para determinar las acciones correctivas apropiadas y necesarias*". Incluir en al Plan de Manejo Ambiental las acciones correctivas *"apropiadas y necesarias"* para tratar el agua en caso que se detecte degradación, ya que no es admisible que se realicen estudios una vez que aparezca el problema ya que no dará tiempo para actuar y por ende como medida preventiva, el Proyecto debe estar preparado por anticipado para atender este tipo de contingencias.

96. En la pagina 10-67 en el punto 10.1.2.5.Programa de control de materiales peligrosos se indica "... *La utilización de mercurio será reducida en el proceso. Principalmente, será utilizado para la fundición del material para la fabricación de las*

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

barras de dore. Durante el proceso de fundición, el mercurio será capturado a través de filtros de manga por lo que se estima que no habrá emisiones fijas significativas. Se estima que durante toda la operación del proyecto solo se acumularan hasta 2 litros de este material en un período de 5 años". Explicar y justificar cual será el consumo anual, la provisión, el almacenamiento, el manejo de envases, el manejo de emisiones, los impactos ambientales y el monitoreo ambiental de las emisiones de Mercurio a lo largo de toda la etapa de operación. Qué significa que se estima que no habrá *emisiones fijas significativas de Mercurio* a la atmosfera. Habrá emisiones? ¿De cuánto? Cuál será la eficiencia esperada (%) del filtro de manga para retener los vapores de mercurio. Tratándose de un elemento altamente peligroso para la salud humana (vapores) se deberá indicar cuanto mercurio se estima que habrá en las emisiones y sus efectos sobre el ambiente.

97. En la pagina 10-69 en el punto 10.1.2.6.2. Fauna silvestre se indica "... *Durante el procesamiento de minerales, para evitar la atracción y el potencial impacto de las aves en las Piletas de proceso se instalarán algunos de los siguientes dispositivos con el fin de repelerlos del área*", sin embargo dicho impacto no fue incluido en el capítulo 9. Incluir este impacto en el capítulo 9 Impactos Ambientales y en el Monitoreo Ambiental.

98. En la página 10-70 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... *asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones mineras que permanezcan en el post cierre tales como los tajos, depósito de roca estéril y pila de lixiviación*". Describir detalladamente cuáles son las medidas efectivas que se deberán implementar para satisfacer esta obligación.

99. En la pagina 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... *Satisfacer requerimientos de la reglamentación ambiental nacional con respecto a efluentes provenientes de instalaciones mineras*". Describir detalladamente cual deberá ser la calidad de cada efluente a los efectos de cumplir con la reglamentación nacional. Detallar parámetros del efluente y los valores máximos que serán admitidos.

100. En la pagina 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... *disminuir el cuidado activo que puede ser requerido para tratar las aguas provenientes del área minera de modo que se satisfagan los están-dares de calidad del agua establecidos por la reglamentación ambiental nacional, tomando en cuenta las condiciones de línea base existente previa al minado y operación del proyecto*". Ampliar el concepto ya que pareciera decir que se debe descuidar el tratamiento de aguas en etapa de cierre / post cierre.

101. En la pagina 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... *Reducir la erosión y el transporte de sedimentos a los cuerpos de agua, satisfaciendo la reglamentación ambiental nacional para sólidos totales suspendidos. Las estructuras para el control de la sedimentación se desarrollarán e implementarán de modo que perduren durante el Cierre/post cierre (abandono), con mínimo o ningún mantenimiento por parte de MCQSA*". Ampliar el concepto ya que pareciera decir que MCQSA debería desentenderse del mantenimiento de las estructuras para el control de la sedimentación durante la etapa de cierre y post cierre.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

102. En la página 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... *durante la remediación del área, conformar y perfilar la zona a una pendiente adecuada (2H:1V) y luego se recubre la zona con una capa de topsoil a 40 cm, para luego realizar la siembra de especies nativas*". Explicar y justificar cuántos m^3 de topsoil se necesitarán para restituir las áreas disturbadas en la huella del proyecto con 40 cm de suelo. Cuantos m^3 de topsoil prevé MCQSA que podrían ser obtenidos y acopiados durante las etapas de construcción y operación del Proyecto. Qué superficie de la huella del proyecto podrá ser restaurada con 40 cm de espesor utilizando ese topsoil acopiado en etapa de construcción y operación. Qué porcentaje (%) representa esa superficie que será restaurada con 40 cm de espesor, respecto de la superficie total de la huella del proyecto. Que manejo tiene previsto aplicar MCQSA para la superficie de la huella para la que no alcance el topsoil acumulado en etapa de construcción y operación.

103. En la página 10-72 en el punto 10.1.3.2.1. Vegetación se indica "... *maximizar el uso de especies nativas durante la revegetación (rehabilitación). Las especies que actualmente no están establecidas en la región del Proyecto no serán introducidas como parte del programa de revegetación, a menos que se efectúe una evaluación de riesgos para dicha especie*". Presentar un Plan de Rehabilitación indicando que especies vegetales se utilizarán para la rehabilitación, cantidad estimada de ejemplares por especie y viveros de procedencia.

104. En la pagina 10-166 en el punto 10.2. Ente responsable de la ejecución de las medidas se indica "... *la Gerencia Ambiental está conformada por el Gerente Ambiental y dos Técnicos Ambientales*", sin embargo el organigrama (figura 10.2-1) muestra siete (7) posiciones en ninguna de las cuales aparecen los dos técnicos ambientales. Aclarar cómo estará conformada la estructura del Ente Responsable de la Ejecución de las medidas.

105. En la pagina 10-167 en el punto 10.2.1. Roles y responsabilidades se describen los roles y responsabilidades del Gerente de Medio Ambiente y el de los dos (2) técnicos (Técnico ambiental y Técnico en seguridad y salud) pero no se corresponde con el organigrama. Presentar una descripción de roles y responsabilidades para todas las posiciones que se presentan en el organigrama.

106. En la página 10-169 en el punto 10.3.1. Calidad de aire y ruido se indica "... *El propósito principal del programa de monitoreo de emisiones de calidad del aire y ruido es permitir a MCQSA contar con información relacionada al cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera, asimismo, MCQSA utilizará la información obtenida en el programa de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de manejo de la calidad del aire del Proyecto*". Explicar y justificar si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$) y de Gases (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del Proyecto) , a los efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. Si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los

535
536

efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guía de referencia que serán aplicados. En caso negativo explicar y justificar dicha omisión.

107. En la pagina 10-169 en el punto 10.3.1.1. Estándares se presentan en forma conjunta estándares de calidad para emisiones y estándares (niveles guía) de calidad para el cuerpo receptor, mientras que en la tabla 10.3-1 *Criterio ambiental para material particulado* no se indica para que duración de exposición (tiempo) se acepta un nivel de 150 µg/m3 de PM10. Presentar por separado los estándares de emisión (fuentes fijas y fuentes móviles) y los estándares de calidad aceptable para el cuerpo receptor (material particulado, gases, ruido y vibraciones). Presentar los niveles guía de calidad del aire (cuerpo receptor) que aplicará MQSA como objetivo de calidad para las zonas pobladas próximas al Proyecto (material particulado, gases, ruido y vibraciones). Indicar en la tabla 10.3-1 para qué duración de exposición se acepta un nivel de 150 $\mu g/m^3$ de PM10.

108. En la página 10-171 en el punto 10.3.1.1. Estándares pareciera que las tablas 10.3-4 y 10.3-5 fueran idénticas. Aclarar si esas tablas están repetidas o bien si aportan información diferente.

109. En la pagina 10-172 en el punto 10.3.1.1. Estándares se indica "… *en cuanto al monitoreo de las emisiones y calidad del aire, este se concentrará en la evaluación de las emisiones de gases provenientes de los vehículos que se utilicen en el Proyecto y en el monitoreo de la calidad del aire en sitios próximos al mismo".* Explicar y justificar si esta previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo que describa los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo.

110. En la pagina 10-172 en el punto 10.3.1.1. Estándares se indica "… *al iniciar las labores de construcción, se debe realizar un monitoreo de los niveles de ruido en las áreas de trabajo (5 sitios), a fin de utilizarlo como control para determinar el grado de atenuación requerido para el equipo de protección de los trabajadores*". Explicar y justificar si al iniciar las labores de construcción está previsto también realizar monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas próximas al Proyecto. En caso afirmativo que describa los puntos de monitoreo y frecuencia de las mediciones. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo.

111. En la pagina 10-173 en el punto 10.3.1.2. Estaciones de monitoreo se muestran en la tabla 10.3-7 *Estaciones de monitoreo propuestas para calidad del aire y ruido*, cuatro (4) estaciones de monitoreo dentro del Proyecto (EM1, EM2, EM3 y

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

EM4) y una sola (EM5 – Finca Peralta) ubicada fuera del proyecto, a sotavento del patio de lixiviación. No se observan estaciones de monitoreo ubicadas en zonas pobladas. Explicar y justificar si esta previsto instalar estaciones de monitoreo de calidad del aire y niveles de ruido en zonas pobladas. En caso afirmativo que describa puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no instalación de estaciones de monitoreo en zonas pobladas.

112. En la pagina 10-175 en el punto 10.3.1.3. Parámetros y frecuencia de monitoreo indican que los parámetros sugeridos para el monitoreo en las estaciones nuevas son PM_{10}, CO, SO_2 , NO, NO_2 y ruido. No se indica medición de mercurio, cuando en el punto 10.1.2.5 del PMA *Programa de control de materiales peligrosos* admiten que habrá emisiones de mercurio (aunque sostienen que serán "no significativas"): *Durante el proceso de fundición, el mercurio será capturado a través de filtros de manga por lo que se estima que no habrá emisiones fijas significativas.* Tampoco se indica mediciones de HCN (acido cianhídrico) en inmediaciones y a barlovento de la pila de lixiviación. Explicar y justificar si está previsto realizar monitoreo de mercurio y acido cianhídrico en aire, en las inmediaciones de los focos de emisión (Fundición, patio de lixiviados). Si esta previsto realizar monitoreo de mercurio y acido cianhídrico en aire en zonas pobladas. En caso afirmativo describir los puntos de monitoreo y frecuencia de las mediciones. En caso negativo justificar la no realización de estos monitoreos.

113. En la página 10-192 en el punto 10.3.5.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de flora) se indica "... *la frecuencia de monitoreo estará relacionada a las actividades de rescate y reubicación de flora*". Explicar y justificar cuáles son los parámetros que efectivamente serán incluidos en el monitoreo de flora. Cuál es el numero y ubicación de las estaciones de monitoreo y la frecuencia de monitoreo.

114. En la pagina 10-195 en el punto 10.3.6.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de fauna) se indica "... *la frecuencia de monitoreo estará relacionada a las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre*". Explicar y justificar cuáles son los grupos faunísticos que serán incluidos en el monitoreo de fauna silvestre y cuáles son los parámetros que efectivamente serán monitoreados para cada grupo faunístico. Cuál es el número y ubicación de las estaciones de monitoreo para cada grupo faunístico y la frecuencia de monitoreo para cada uno de esos grupos.

115. En la pagina 10-198 en el punto 10.3.7.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de peces y hábitat acuático) se indica que los parámetros a ser monitoreados durante la etapa de construcción y operación son los siguientes: peces, moluscos y crustáceos, insectos acuáticos y perifiton, sin embargo cabe aclarar que ese listado no corresponde a parámetros sino a comunidades limnológicas. Explicar y justificar cuáles son las comunidades limnológicas que serán incluidas en el monitoreo de peces y hábitat acuático. Cuáles son los parámetros que efectivamente serán monitoreados para cada comunidad. Cuál es el numero y ubicación de las estaciones de monitoreo para cada comunidad y la frecuencia de monitoreo para cada comunidad.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

116. En la pagina 10-200 en el punto 10.4. Cronograma de ejecución se indica "... *se han planificado 10 años de vida útil para el Proyecto, lo cual incluye 12 meses para la construcción, cuatro a cinco años para las operaciones, 4 de cierre y dos años de monitoreo*, sin embargo los tiempos mencionados suman 12 años en lugar de 10 (1+5+4+2=12). Aclarar cuál es la extensión que considera para la vida útil del proyecto.

117. En la página 10-216 en el punto 10.6.5. Análisis de riesgos socio ambientales se indica "... *a fin de determinar la naturaleza y magnitud de los probables riesgos ambientales y sociales que podrían generarse durante la construcción y operación del Proyecto, se realizó la evaluación alternativa de la condición de riesgos de los componentes del proyecto, así como estabilidad del medio. Para la evaluación de riesgos, se ha estimado el nivel de sensibilidad ambiental y social, y calificados los niveles de riesgo que pueden representar para MCQSA, tomando en cuenta las implicancias de cada aspecto en la fase de construcción y operación.*". Incluir en el Plan de Prevención de Riesgos, con el debido detalle explicativo y justificación: Un listado completo de los riesgos más importantes asociados con el Proyecto, la metodología analítica aplicada para la identificación de riesgos, la explicación detallada y justificada de cada riesgo identificado, la jerarquización de los riesgos identificados en cuanto a su magnitud, probabilidad de ocurrencia y el daño que podría producir sobre el ambiente y sobre los pobladores locales cada riesgo identificado en caso de manifestarse, las medidas previstas en el Proyecto para minimizar estos riesgos o para compensarlos en caso de ocurrir, especialmente en caso de afectación al ambiente o a los pobladores locales. Igualmente el Plan de Prevención de Riesgos debe analizar los riesgos asociados con: instalaciones mayores como patio de lixiviación con solución de cianuro y deposito de roca estéril en zona montañosa con pendientes pronunciadas (quebradas), con riesgo sísmico y presencia de fallas geológicas, presencia de manantiales, arroyos cuyas aguas son utilizadas por los pobladores locales, tránsito de camiones por centros poblados cercanos, etc.

118. En la pagina 10-225 en el punto 10.7.1.2. Objetivo se indica "... *Definir las acciones de manejo necesarias, para aquellas especies que requieran protección y manejo especial dentro de la huella del Proyecto*", pero no se indican cuales son las especies que deberían ser rescatadas. Explicar y justificar cuáles son las especies de fauna que deberían ser rescatadas, cuáles son los sitios identificados para la reubicación de cada especie que presentan condiciones físicas y biológicas adecuadas para asegurar la supervivencia de las especies reubicadas. Presentar un mapa de sitios donde MCQSA prevé reubicar a cada especie faunística que será rescatada. Presentar un detalle de la implementación de este programa indicando personal, equipos, recursos y cronograma de trabajo previsto para el rescate de fauna.

119. En la pagina 10-233 en el punto 10.7.2.5. Sitios de reubicación se indica "... *se coordinarán con la entidad regional de la ANAM, los sitios adecuados para realizar la reubicación de la flora*". Explicar y justificar cuáles son las especies de flora que deberían ser rescatadas. Cuáles son los sitios identificados para la reubicación de cada especie que presentan condiciones físicas y biológicas adecuadas para asegurar la supervivencia de las especies reubicadas. Presentar

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

un mapa de sitios donde MCQSA prevé reubicar a cada especie de flora que será rescatada. Señalar cuál será la logística prevista para el traslado de cada especie flora a su sitio de reubicación.

120. En la página 10-261 en el punto 10.10. Plan de recuperación ambiental y de cierre/post cierre (abandono) se indica "*... la ejecución de las actividades de cierre final tendrá una duración de dos años, que se iniciarán en el 2021 y finalizará en el 2023*", mientras que en la página 10-265 en el punto 10.10.4. Patio de lixiviación se indica "*... se espera un tiempo de 2.3 años aproximadamente para limpiar la pileta de lixiviación; esto permite que haya un periodo de drenaje de las últimas aguas usadas para el lavado de la pila*". Aclarar cómo la ejecución de las actividades de cierre va a tener una duración de dos años tomando en consideración que la limpieza de la pileta de lixiviación es de 2.3 años.

121. Presentar las coordenadas de los nacimientos de la quebradas, en UTM (especificando el datum), ubicadas dentro de los polígonos correspondientes a las facilidades del proceso de lixiviación y al depósito de roca estéril Chontal; e indicar si en el diseño del proyecto se contempló respetar lo que dicta el numeral 1, del artículo 23, de la Ley 1, de 3 de febrero de 1994, "Por la cual se establece la legislación forestal en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones".

122. Presentar nuevamente el capítulo 5 del Estudio de Impacto Ambiental, ya que durante su evaluación se detectaron múltiples errores en la redacción, dando a entender que dicho capítulo fue traducido de un documento original en otro idioma que no es el castellano.

Además, queremos informarle que transcurridos quince (15) días hábiles del recibo de la nota, sin que haya cumplido con lo solicitado, se tomará la decisión correspondiente, según lo establecido en el artículo 9 del Decreto Ejecutivo Nº 155 de 05 de agosto de 2011.

Atentamente,

Desiré Samaniego

DESIREE SAMANIEGO
Directora Encargada de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

DS/ab/csc/jm/ce/js

539
540

PODER ESPECIAL

Lic. Desiré Samaniego
Director de Proyecto
Departamento de Evaluación Ambiental
E. S. D

Estimada Lic. Samaniego:

El suscrito **Octavio Choy**, varón panameño ingeniero con cédula de identidad personal 8-989-1695 en su calidad de Representante Legal de la empresa Minera Cerro Quema S.A, debidamente registrada Registro Público de Panama sección mercantil registrada bajo la ficha 289030, rollo 42711, imagen 84, sección mercantil registrada en el Registro Público de la República de Panamá desde el 27 de junio de 1994 y con domicilio social en la provincia de Herrera, Distrito de Chitré, Corregimiento de San Juan Bautista, Urbanización San Francisco, El Vigía 5438, calles Luis Ríos y Octava, promotor del proyecto denominado Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro; por medio del presente escrito y con mi habitual respeto otorgo PODER ESPECIAL, AMPLIO Y SUFICIENTE, como en derecho se requiere, al Licenciado Luis Acevedo Ureña, varón panameño Abogado con cedula de identidad personal número 8-766-96 con domicilio en Cocos del Mar, Casa 11, Calle Maduro Lindo, San Francisco, Panamá; para notificarse de solicitudes de ampliaciones, así como también para presentar las notas aclaratorias necesarias y respuestas a las ampliaciones solicitadas del Estudio de Impacto Ambiental categoría III del proyecto antes mencionado, presentado para evaluación ante su despacho.

Panamá, a la fecha de presentación

PODERDANTE
OCTAVIO CHOY
Cédula 8-989-1695

APODERADO
LUIS ACEVEDO UREÑA
Cédula 8-766-96

REPUBLICA DE PANAMA ☆ NOTARIA UNDECIMA DEL CIRCUITO

Yo, Licda. MELISSA DEL C. SOSSA LUCIANI Notaria Pública Undécima del Circuito de Panamá, con cédula de identidad personal No. 8-499-305
CERTIFICO Este poder ha sido presentado personalmente por su(s) poderdante(s) ante mí, y los testigos que suscriben, por lo tanto sus firmas son auténticas.
Panamá, 29 DIC 2015
Testigo Cédula Testigo Cédula
Licda. MELISSA DEL C. SOSSA LUCIANI
NOTARIA PÚBLICA UNDÉCIMA DEL CIRCUITO DE PANAMÁ

540
541

REPUBLICA DE PANAMA
TRIBUNAL ELECTORAL



LUIS ANTONIO
ACEVEDO UREÑA

NOMBRE USUAL
FECHA DE NACIMIENTO: 11-ABR-1983
LUGAR DE NACIMIENTO PANAMA, PANAMA
SEXO: M
EXPEDIDA 12-AGO-2008 EXPIRA: 12-AGO-2018

8-766-96

Luis Acevedo

Fiel copia de su original.

30/12/15.

541
542

MCQSA
"Compromiso Social Responsabilidad Ambiental"

Panamá, 20 de enero de 2016.

DESIREE SAMANIEGO
Jefa del Departamento de Evaluación y
Ordenamiento Ambiental
Ministerio de Ambiente
Albrook, Ciudad de Panama
E. S. D.

Referencia: Primera solicitud de ampliación de información al Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

Estimada Licenciada Samaniego:

En respuesta a la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, hacemos entrega formal de las respuestas al cuestionario de 122 preguntas que conforman la nota de ampliación de información. Se entrega el documento principal con la información solicitada y una sección de anexos que incluye la información de soporte de estas preguntas

Conjuntamente con esta nota se hace entrega de:

- Original y copia impresa digital del documento de respuesta de ampliación incluyendo la sección de anexos.

Fundamento

Atentamente

Minera Cerro

Octavio Choy
8-989-1695
Representant

2016 ENE 29 2:42PM
ANAM
DIEGO

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1-1

2. RESPUESTAS 2-2

2.1 Senalar cuales son los corregimientos en los cuales se desarrollara el Proyecto 2-2

2.2 En La pagina 5-5 en el punto 5.2. Ubicacion geografica del Proyecto se indica "El area propuesta para La mina y proceso de lixivlación de oro, se desarrolLara dentro de La Concesion, en un area maxima de 480.89 m^2 (Huella del Proyecto). mientras que La vErificación de las coordenadas presentadas en el Estudio realizada por el Departamento de Geomatica, dio como resultado un poligono con superficie aproximada de 472 Has+ 6,840.23 M2. Aclarar cual es el Area total de desarrollo del Proyecto con sus respectivas coordenadas. 2-3

2.3 Presentar el Ajuste economico por externalidades soclales y ambientales y analisis de costo-beneficio final 2-4

2.4 En la pagina 5-61 en el punto 5.4.2.2.3. Sistema de MAnejo de aguas pluvlales se indica "Para capturar y llevar la escorrentia de los cortes de la superficie requerida para construir el camino de acceso perimetral del HLF, se construiran unas zanjas pequenas de desvio a lo largo del borde del camino de acceso. El canal de desvio norte esta diseñado para llevar adecuadamente la escorrentia generada de un evento de tormenta de 100 años, 24 horas. El canal consistira en un canal de forma "U" forrado con concreto. El canal tendra paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto para el facil mantenimiento y la remoción de sedimentos". Aclarar si los canales a construir son en "u" o "rectangulares" ya que la descripcion dada corresponde a un canal "rectangular" y no en "u". 2-9

2.5 Presentar los detalles del area de rodadura de las calles internas a construir, con sus respectivas dimensiones y materlales a utilizar 2-10

2.6 Explicar las responsabilidades del promotor con rEspeCto a las posibles afectaciones a las vlas de carRetERa asfaltica que van a utilizarse para acceder al

Proyecto, sabiendo que las mismas son nuevas, ademas de los caminos aledaños y alternos (publicos) los cuales son de rodadura de terracerla. aclarar cual sera la principal via a utilizar como ruta de acceso para el Proyecto. 2-13

2.7 Señalar cuales son las especies vegetativas que se utilizaran para el control de la erosion y sedimentacion y la metodologla o tecnica que se aplicara para la revegetacion. 2-15

2.8 Explicar cual sera el metodo de aplicacion de La solucion cianurada en La pila de lixiviacion y señalar cuales fueron las alternativas evaluadas. Justificar la seleccion de la alternativa a emplear en el proyecto. 2-19

2.8.1 Aplicación de solución y lixiviación 2-20

2.8.2 Alternativas de métodos de aplicación 2-20

2.9 Aclarar si sE ha considerado la eventual formacion de vapores de acido clanhidrico en la pila de lixiviacion y señalar si se implementara o no algun tipo de control de evaporacion de solucion clanurada desde la superficie de la pila de lixivlacion 2-21

2.10 En La pagina 5-1 en el mapa de facilidadEs mineras principales, se señalan las facilidades auxillares y las facilidades del procEso de lixivlacion. Aclarar cuales son las facilidadEs auxillares y las facilidades del proceso de lixivlacion con que contara el proyEcto. 2-23

2.11 En la pagina 5-80 en el punto 5.4.4.1. instalacion de lixiviados Maricela se indica "al final del apilamiento y la lixiviación, se lavaran las pilas para retirar los metales preciosos y el cianuro de sodio residuales. Luego, el mineral lavado deberá consistir de material no peligroso" y en La pagina 5-128 en el punto 5.6.2.3. Recurso humano durante el cierre y post cierre se indica "se requerirán tres ciclos de lavado de las pilas de lixiviación para extraer el clanuro del materlal y que se estima que esta fase tome un periodo de 2.3 años. Señalar que criterio se utilizaría y cuáles serán los parámetros a considerar para determinar que la pila de lixiviación ha quedado limpla de cianuro y que constituye materlal no peligroso 2-24

2.12 Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de materlal particulado desde la superficie de la pila de lixiviación en las etapas de operación, cierre y post cierre. 2-25

2.12.1 Operación: 2-25

2.12.2 Cierre y Post Cierre: 2-25

2.13 Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de materlal particulado desde LOS tajos en las etapas de operación, cierre y post cierre. 2-26

2.13.1 Operación 2-26

2.13.2 Cierre y Post Cierre 2-26

2.14 Explicar la necesidad o no de implementar control de emisión de materlal particulado desde el deposito de roca esteril en las etapas de operación, cierre y post cierre. 2-27

2.14.1 Operación 2-27

2.14.2 Cierre 2-27

2.15 Presentar un Estudio Hidráulico en el cual se demuestre si existe o no la posibilidad de vinculación hidráulica entre los tajos mineros y los manantlales cercanos y el agua subterránea de La zona, y si el proyecto produce o no algún tipo de afectación a dichos manantlales y al agua subterránea. 2-28

2.16 Presentar estudios técnicos que confirmen o descarten la necesidad de impermeabilizar o no la base del depósito de materlales estériles. 2-29

2.17 La Figura 5.4-7 muestra la ubicación de la planta de trituración en la plataforma de facilidades mineras y próxima al tajo la pava. No obstante, no se describe en el texto del capítulo este tema ni los criterios aplicados para la seleccion del sitio de ubicacion de la planta trituradora. Explicar cuál fue el criterio aplicado para la ubicación de la planta de trituración y como será el sistema de trituración de roca. Describir los mecanismos que se aplicaran para el control de emisiones de polvo y ruidos producidos por la planta de trituración. 2-29

2.18 En la pagina 5-141 en el punto 5.7.4.3. Tratamiento de agua cianurada de proceso se indica 'el agua tratada será descargada por gravedad en la quebrada Maricela. "La planta de tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3/hora". Indicar cuál sería la calidad del agua tratada que se volcaría a la quebrada Maricela y el valor esperado para los parámetros físico químico del vertido y mecanismos que se implementaran para el control de la calidad del vertido. Indicar cuál es el caudal máximo mensual de descarga de la planta de tratamiento y el caudal medio mensual del afluente receptor de La descarga. 2-31

2.19 En la pagina 5-140 en el punto 75.7.3. Gaseosos se indica "en el caso de la refinería el manejo de las emisiones se hará de acuerdo a la normativa panameña y que la captación de polvos se realizara medlante la instalación de filtros de manga (dust colectors)". Explicar cuáles son las emisiones gaseosas que se esperan del proceso de refinería y los mecanismos que se proponen para su atenuación y/o captación. 2-33

2.20 Explicar si se ha considerado o descartado sistemas para la captación de gases y/o humos en el proceso de recuperación fundición. En caso de haberlos descartado explicar y justificar las razones de dicha decisión. 2-34

2.21 Incluir una tabla síntesis con la cuantificación anual de las principales insumos/productos/subproductos del proyecto que incluya: consumo de agua cruda a lo largo de las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre (m^3/año) indicando la procedencia del agua cruda en cada etapa del proyecto. Consumo de clanuro a lo largo de toda la etapa de operación (Ton/año). Envases de cianuro que serán enviados a disposición final (No. Envases/año) indicando el tratamiento y disposicion final de los envases, vuelco de efluentes a quebradas (m^3/año) indicando la calidad esperada del vertido en cada punto de vuelco, Ingreso o egreso de camiones al proyecto (No. Camiones/día) indicando la ruta de transporte, producción de roca mineralizada (ton/año), producción de roca estéril (ton/año), producción de oro (kg/año), pago de canon o regalías al gobierno (USD/año). 2-35

2.21.1 Consumo de agua 2-35

2.22 En la pagina 5-108 en el punto 5.5.1.3.5. Área de almacenamiento de cianuro se indica los contenedores de clanuro serán devueltos al proveedor o se dispondrán en rellenos sanitarios adecuados autorizados". Aclarar si se tiene definido el destino final para los contenedores de cianuro, ya sea con devolución al provedor o con disposición en relleno sanitario. En caso de que sea mediante disposición en relleno sanitario se deberá indicar cuál es el relleno sanitario donde se dispondrían estos contenedores y presentar las autorizaciones correspondientes para esta disposición. 2-42

2.23 Presentar una modelación matemática de la dispersión de material particulado PM10 y PM25 que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto del material particulado en la atmósfera y las áreas pobladas próximas al Proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del Proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación deberá realizarse para dos etapas del ciclo de vida del Proyecto: 2-43

2.24 Presentar una modelación matemática de la dispersión de gases y/o vapores que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto de los gases y/o vapores en la atmósfera y las áreas pobladas próximas al Proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del Proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación deberá realizarse para la etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarro llo de la mina). Incluir un análisis completo de la modelación, donde emita opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos. 2-44

2.25 Presentar una modelación matemática de la propagación del ruido con mapa de Isófonas con centro en la huella del proyecto, que muestre el decaimiento del nivel sonoro hasta la zona poblada más próxima. Incluir en el análisis de la propagacion de ruidos el tránsito de camiones en la ruta de transporte cuando esta transcurra por

zonas pobladas. Incluir un análisis completo de la modelacion, donde emita opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos. 2-45

2.26 En la página 6.1 -11 en el punto 6. 1.2. Unidades Geológicas Locales se indica "... La mineralización consiste en pirita diseminada, calcopirita y enargita y stockworks de cuarzo, pirita. calcopirita, y barita con trazas de galena y blenda. El oro se produce como granos microscópicos diseminados de oro nativo y como "oro invisible" dentro de la pirita, particularmente en la zona de alteración silicea. Los más altos grados de mineralización de oro se encuentran cerca de la superficie y disminuyen hacia el menor límite de la oxidación". Indicar cuál es el riesgo de generación de Drenaje Acido de Roca en el Proyecto, como consecuencia de esta mineralización, cuál es el grado de segregación existente entre la zona de óxidos y la zona que contiene piritas y sulfuros de oro, cuál es el riesgo de exponer rocas que contienen piritas o sulfuros de oro durante el proceso de explotación de la zona oxidada, cuál es la capacidad de neutralización de las rocas presentes en la zona de explotación, cuál es el riesgo de producir lixiviado de metales a partir del contacto de las rocas expuestas con el aire y el agua. Indicar los metales que podrian ser lixiviados.....

2-46

2.26.1 Tratamiento de metales y pH..... 2-47

2.26.2 Tratamiento de Selenio..... 2-49

2.27 En la página 6.1 -11 en el punto 6.1.2. Unidades Geológicas Locales se indica "... la geología estructural del área del Proyecto se caracteriza por una red de fallas profundas empinadas con dirección Noroeste y Noreste y que la Falla del Río Joaquin, es una estructura regional con dirección Este-Oeste, se ubica aproximadamente entre 1 y 3 km al Sur de las áreas de La Pava y Quemita, respectivamente"', sin embargo, la figura 6.1-2 Mapa de Geología Regional muestra que una falla (la cual no se detalla) atraviesa por el medio de las facilidades del proceso de lixiviación. Explicar y justificar si existe alguna falla geológica en el sitio donde se asentará el patio de lixiviación y el depósito de material estéril. En caso afirmativo, explicar y justificar cuál es el riesgo que supone esa falla para la

estabilidad del patio de lixiviación y el depósito de roca estéril, cuáles son los riesgos identificados para la poblacion ubicada en cercanía del Proyecto en caso de colapso del patio de lixiviación y el depósito de roca estéril por eventuales actividades de la falla geológica y cuáles son las medidas de mitigación/compensación que ha previsto el Proyecto para atender a la población que pudiera ser afectada por un eventual colapso del patio de Lixiviación. 2-50

2.27.1 Fallas y geología local 2-50

2.27.2 Fallas 2-50

2.27.3 Riesgos 2-51

2.27.4 Justificación 2-51

2.28 Aclara cuáles son las direcciones de los vientos dominantes en distintos momentos del año (época seca y de lluvias). Elaborar un mapa de vientos dominantes sobre una imagen satelital, donde pueda verse la huella del Proyecto con sus componentes más importantes (tajos, acopio de material estéril y patio de lixiviación), la ubicación de los poblados más cercanos y los vectores que indiquen dirección, sentido y magnitud del viento dominante para distintos momentos del año (se puede elaborar un mapa para cada momento). Presentar un mapa igual al anterior donde se analice el movimiento de los vientos catabáticos y su relacion con los poblados más cercanos. 2-52

2.29 Presentar un mapa hidrográfico con una detalladla descripción de la hidrología superficlal en la zona de Proyecto destacando las vías de escurrimiento superficlal más importantes con sus sentidos de flujo (mapa de escurrimiento superficlal). Incluir en dicho mapa, las instalaciones del proyecto (huella) y los centros poblados cercanos al Proyecto. 2-64

2.30 Presentar una ampliación de los estudios hidrogeológicos que explique y justifique si la apertura de los tajos significará (o no) una reducción de caudales y/o secado de manantiales y/o quebradas en las proximidades del Proyecto, indicar y mostrar en un apa cuáles serán los manantiales y/o quebradas afectados, cual sera

el nivel de afectación esperado en los manantiales y/o quebradas y cuales son las medidas de mitigación y/o compensación que el Proyecto tiene previsto aplicar para ayudar a los pobladores locales en caso que esta afectación de caudales en manantiales y/o quebradas se manifieste. Dicha ampliación deberá igualmente explicar y justificar cuál es el almacenamiento actual (Hm3/año) estimado para el acuifero subterraneo que será utilizado por el Proyecto, ya sea para consumo industrial o como consecuencia de tareas de desagote (tajos), cuál es la recarga anual (Hm3/año) para ese acuífero, cual es la extracción de agua subterránea (Hm3/año) prevista para ese acuífero, ya sea para consumo industrial o debido a necesidades de desagote (tajos), cuál sería la afectación de la calidad del agua subterránea y los eventuales efectos sobre los usos de agua subterránea que hace la población ubicada en las proximidades del Proyecto. 2-66

2.31 Señalar cual fue el criterio para ubicar las estaciones de muestreo para la mEdicion de la calidad del aire y el ruido. Aclarar si han considerado la relacion de las estaciones de muestreo con los vientos dominantes. Realizar mediciones de calidad del aire en zonas pobladas ubicadas a sotavento del Proyecto y mediciones de ruido realizadas en zonas pobladas cercana al Proyecto. Realizar mediciones de calidad del aire y ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas. 2-69

2.31.1 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental 2-69

2.31.2 Calidad de aire 2-73

2.32 En la página 6.8-13 en el punto 6.8.5. Conclusiones se indica "... finalmente, es posible Afirmar que la fallA del río Joaquín no representa un peligro de ruptura de falla superficial; es decir, la misma no representa una fuente de grandes sismos en el sitio donde se ubicaran las facilidades de lixiviación Maricela y el depósito de material estéril Chontal Arriba". Explicar y justificar lo que significa la aseveración de "no representa una fuente de grandes sismos", si se considera que podrían producirse en la huella de Proyecto sismos que no se consideren "grandes", si se considera que estos sismos "no grandes" podrían (o no) comprometer la integridad del patio de lixiviación o el depósito de estériles, cuál es la probabilidad asociada a ese riesgo y

cuáles son las medidas de prevención, mitigación o compensación que el Proyecto ha considerado para atender a la población que pudiera ser afectada por este tipo de contingencias en caso de ocurrir.....2-75

2.33 En la página 6.10-2 en el punto 6.10.4. Resultados se indica "... la Figura 6.10.1. muestra la localización de los sitios vulnerables o deslizamientos y erosión en el sitio del Proyecto, sin embargo, al observar la figura no queda claro cuál es el riesgo de deslizamiento asociado con distintas instalaciones del Proyecto. Explicar y justificar cuál es cl riesgo de erosión/deslizamiento asociado al sitio de instalacion del Patio de Lixiviación, cuál es el riesgo de erosión/deslizamiento asociado al sitio de instalación del Depósito de Roca Estéril, cuál es la probabilidad asociada a ese riesgo y cuáles son las medidas de prevencion, mitigación o compensación que el Proyecto ha considerado para atender a la población que pudiera ser afectada por este tipo de contingencias en caso de ocurrir.....2-76

2.34 En la pagina 7-83 en el punto 7.1.4. Conclusiones se indica "...Se registro un total de cuatro especies amenazadas en el area de estudio: *Astronium graveolens, Cedrela odorata, Epiphyllum phyllanthus* y *Terminalia amazonia*"Explicar y justificar si el area de estudio es la huella del proyecto o toda el area estudiada, Cuales son las especies de Flora amenazdas, vulnerables, endemicas o en peligro de extincion que fueron reportadas para la huella del proyecto, si las especies amenazadas, vulnerables o en endemicas extincion reportadas para la huella del poryecto se encuentran tambien representadas fuera de la huella del proyecto.....2-77

2.35 En la pagina 7-242 en el punto 7.2.1.4 inventario de especies amenazadas, vulnerables, endemicas o en peligro de extinción se indica "..la lista que presentamos incluye tres especies de mamiferos, cuatro de anfibios y 19 especies de aves. Se reportan 24 especies bajo alguna categoria de amenaza o en condicion de endemismo para el area del proyecto". Explicar y justificar si el area de proyecto es la huella del proyecto o toda el area estudida? Cuales son las especies de Fauna amenazadas, vulnerables, endemicas o en peligro de extincion que fueron reportadas para la huella de proyecto, si las especies amenazadas, vulnerables, endemicas o en

peligro de extincion reportadas para la huella del proyecto se encuentra tambien representadas fuera de la huella de proyecto? Aclarar si las especies presentadas como amenazadas, vulnerables, endemicas o en peligro de extincion son 24 o 26 (3+4+19).....2-78

2.36 En la página 7-246 en el punto 7.2.2. Conclusiones se indica "... se registró un total de 24 especies endémicas o bajo alguna categoría de amenaza. Tres especies de mamíferos: 18 especies de aves y tres especies de anfibios". Explicar y justificar si las especies de anfibios presentadas como amenzadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción son 4 (punto 7.2.1.4) o 3 (punto 7.2.2), si las especies de aves presentadas como amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción son 19 (punto 7.2.1.4) o 18 (punto 7.2.2) 2-80

2.37 En la página 7-250 en el punto 7.3.1. Representatividad de los ecosistemas se indica "... el presente estudio de línea base no repot a la presencia de ecosistemas frágiles que puedan sufrir algún daño por el desarrollo del Proyecto", mientras que en el punto 7.3.2. Conclusiones se indica "... el presente estudio no ha identificado ecosistemas fráigiles. Sin embargo se han identificado dos áreas de importancia ecológica por ser las de mayor nivel de conservación. Corresponden a dos áreas de bosque secundario maduro colindantes con la huella del Proyecto, una en el sector de Quebrada Seca y la otra al sur de cerro Quema". Explicar y justificar cuál es a su criterio la diferencia entre un ecosistema frágil y un área de importancia ecológica. Ubicar en cartografía las dos (2) areas de importancia ecológica identificadas, demarcando sus límites junto con la huella del Proyecto a los efectos de identificar eventuales superposiciones entre la huella del Proyecto y las áreas de importancia ecológica. Aclarar si considera que el Proyecto producirá algún tipo de afectación a las dos áreas de importancia ecológica identificadas. Señalar cuál sería la afectación que se produciría sobre estas dos áreas 2-81

2.38 La explicación y justificación de los impactos ambientales que han sido incluidos en el capítulo 9, se considera poco desarrollada para un proyecto minero de estas características. Si bien todos los impactos identificados han sido incluidos en

las tablas de valoración de impactos, en el texto del informe sólo se explican los impactos de nivel alto y se omite explicar los de nivel moderado o bajo. Por otro lado, la explicación y justificación de los impactos de nivel alto en el texto del informe, se limita a la mera enunciación de los valores aplicados a las variables del polinomio en las tablas de valoración de impactos. No se incluye una explicación detallada del impacto que se menciona, ni una justificación de la valoración que se le da. No se explica cuáles son las fuentes que generan el impacto, los lugares donde se manifestaría o las consecuencias de su manifestación sobre los componentes ambientales afectados, entre otros aspectos. El capítulo de impactos ambientales no incorpora vínculos con los capítulos de estudios de línea de base ni con el capítulo de la descripción técnica del Proyecto, ya que esos aspectos están ausentes de la descripción de los impactos ambientales. Dicho todo lo anterior, se debe incluir en el capítulo una descripción detallada y la debida justificación técnica de todos los impactos identificados.incluir en la explicación y justificación de cada impacto su relación con los estudios de línea de base y la descripción técnica del Proyecto...2-83

2.39 Organizar el capítulo 9 separando los impactos ambientales por cuatro (4) etapas de Proyecto (construcción, operación, cierre y post cierre). Organizar el tratamiento de los impactos ambientales de cada etapa de Proyecto, respetando la siguiente secuencia:.....2-83

2.40 Incluir en la metodología de valoración de impactos los valores que puede tomar la variable EF (efecto) y corregir la variable EF en todas las tablas de valoración de impactos.....2-84

2.41 En el encabezado de las tablas 9.2.8, 9.2.9 y 9.2.10 los criterios de valoración no coinciden con los que se presentan en la ecuación SF de la página 9-38. Tampoco coinciden con los que se presentan en la tabla 9.3.1 de la página 9-36. Corregir las inconsistencias observadas entre las tablas de valoración y textos del informe. 2-84

2.42 Los valores de VI en las tablas 9.2.8, 9.2.9 y 9.2.10 no consideran el valor de CA (signo) ya que todos los resultados de VI son positivos (>0) ya se trate de

impactos positivos o negativos. Corregir la valoración de los impactos considerando el signo.2-84

2.43 Incluir dentro del impacto de generación de gases, vapores y aerosoles el análisis del eventual riesgo de dispersión de vapores o aerosoles de la pila de lixiviación y del proceso metalúrgico así como sus posibles efectos aguas debajo (vientos dominantes, vientos catabaticos).....2-84

2.44 Explicar y justificar el impacto de afectación de la red de drenaje, mostrando efectivamente cuál sería la afectación de la red de drenaje y sus eventuales efectos sobre los usos de agua que hace la población ubicada aguas abajo.....2-84

2.45 Explicar y justificar el impacto de contaminación del agua superficial por desechos, aceites, grasas o hidrocarburos y por transporte de material en suspensión, mostrando efectivamente cuál sería la afectación de la calidad del agua superficial (fuentes contaminantes, puntos de contaminación, magnitud de la contaminación) y sus eventuales efectos sobre los usos de agua que hace la población ubicada aguas abajo.....2-85

2.46 Presentar una evaluación y discusión de la eventual afectación de la calidad, uso y disponibilidad actual de caudales en quebradas, ríos y manantiales. 2-85

2.47 Presentar una evaluación y discusión de la eventual afectación de la disponibilidad de caudales de agua subterránea y de manantiales en la zona.....2-85

2.48 Incluir la explicación y justificación del impacto por afectación de la calidad del agua subterránea. Destacar y justificar de manera fundada cuál sería la afectación de la calidad del agua subterránea (fuentes contaminantes, puntos de contaminación, magnitud de la contaminación). Destacar y justificar de manera fundada cuales serían los eventuales efectos sobre los usos de agua subterránea que hace la población ubicada en las proximidades del Proyecto. 2-85

2.49 Ampliar la descripción del impacto de incremento de la erosión, ya que no se explica cuál sería el incremento en la erosión ni respecto de que se verificaría ese incremento. Tampoco se explica dónde se va a producir el incremento de la erosión,

cuáles serían las causas en cada punto o que consecuencias podria tener sobre distintos factores ambientales (agua superficial, peces, etc). 2-85

2.50 Evaluar el impacto de cambios en la calidad de los suelos próximos al proyecto basado en un modelo matemático de la dispersión atmosférica de material particulado, ya que los cambios en la calidad de los suelos próximos al proyecto minero suelen estar normalmete relacionados con la deposición de material particulado que arrastra el viento, especialmente cuando el material particulado arrastra materiales 2-86

2.51 Ampliar la descripción del impacto de perdida de cobertura vegetal indicando cuales son las unidades de vegetación que se pierden, cual es el area que se pierde de cada unidad (Ha) y cual es el valor ecologico para la zona de cada unidad de vegetación 2-87

2.52 Incluir un analisis y justificación del impacto de impacto de afectación de especies protegidas y /o diversidad floristica que se podria producir la implementación del proyecto 2-88

2.53 Incluir un analisis y justificación del impacto de afectación de especies protegida o de interes especial de la flora que podria producir la implementación del proyecto. 2-88

2.54 Ampliar la descripcion del impacto de incremento de la fragmentación del habitat inidcando el tipo de habitat que se fraccione, tipo de fragmentacion, valor ecologico del habitat que se fraccione y las espceis cuyo habitat se considera sujeto a fragmentacion. 2-89

2.55 Incluir un analisis y justificación del impacto debido a la perdida de riqueza o de diversidad faunistica que podria proucir la implentacion del proyecto. 2-90

2.56 Incluir un analisis y justificación del impacto de afectaciÓN d especies protegidas o de interes especial de la flora que podria producir la implemtación del proyecto. 2-91

2.57 Presentar una descripcion detallada del impacto por la afectación de especies protegidas o de interes especial de la flora que podria producir la implementacion del proyecto inidcando cuales serian las especies de interes afectadas por el proyecto y si la fectación de estas especies se produciria por muerte o lesion.2-91

2.58 Incluir un análisis y justificación del impacto debido a la perdida de habitat, perdida de riqueza o diversidad, e impacto sobre especies de intrés en los ecosistemas acuáticos 2-92

2.59 Incluir un análisis y justificación del impacto de reversión de tendencla demográfica, ya que no se explica de qué se trata ni que alcance tiene este impacto. 2-92

2.60 Incluir un análisis y justificación del impacto sobre las viviendas de las comunidades locales que podría producir la implementación del proyecto..... 2-93

2.61 Incluir un análisis y justificación del impacto de la implementación del proyecto en cuanto a posibles cambios en la calidad de vida de la población local. ..2-93

2.62 Incluir un análisis y justificación del impacto por posibles afectaciones a comunidades indígenas, ya que no se indica si existen o no comunidades indígenas cercanas al proyecto. 2-94

2.63 Incluir un análisis y justificación del impacto de incremento de la capacitación y competitividad, ya que no se explica de qué se trata este impacto ni se justifica porque razón se lo considera de nivel moderado..... 2-94

2.64 Incluir un análisis y justificación del impacto por afectación de la salud de los trabajadores, ya que no se explica de qué se trata este impacto ni se justifica porque razón se lo considera de nivel moderado..... 2-95

2.65 Incluir un análisis y justificación de los impactos que el proyecto podría ocasionar sobre los servicios de los poblados locales como por ejemplo: mayor demanda de alquiler de viviendas, mayor demanda de servicios de salud, de servicios

hospitalarios, de servicios de comunicaciones, de servicios educativos, etc., derivados del ingreso de población extra regional para trabajar en el proyecto..... 2-96

2.66 Incluir un análisis y justificación del impacto de incremento de ingresos de instituciones públicas, ya que no se explica de qué se trata este impacto ni justifica porque razón se lo considera de nivel moderado..... 2-99

2.67 Incluir un análisis y justificación del impacto por actividades económicas ya que no se analiza el eventual incremento de las actividades económicas en la zona, derivadas de la demanda de bienes y servicios que el Proyecto podría requerir localmente..... 2-99

2.68 Incluir un análisis y justificación del impacto de tierras productivas, ya que no se analiza la eventual pérdida de tierras productivas en la zona como consecuencia de la realización del proyecto y la población afectada por ello..... 2-101

2.69 Incluir un análisis y justificación del impacto por afectación del paisaje, ya que para la etapa de construcción se menciona que dicho impacto tiene una valoración de 48=moderado, en la etapa de operación se menciona el mismo impacto con valoración de 62=alto, pero en el texto se le asigna valor 51. Para la etapa de cierre y postcierre se menciona como impacto positivo la recuperación del paisaje 56=alto pero en el texto se le asigna valor 51. Del análisis de este impacto pareciera que se pretende mostrar que la realización del proyecto producirá un impacto negativo moderado sobre la calidad del paisaje local, mientras que su cierre y abandono produciría un impacto positivo alto, sugiriendo que en definitiva si el proyecto se realizara y luego se cerrará, habría una ganancia neta positiva en cuanto a la calidad del paisaje local.Incluir un análisis y justificación de este impacto, según lo señalado anteriormente..... 2-102

2.70 Incluir un análisis y justificación del impacto por turismo, recreación, ya que no se analiza la eventual afectación de actividades recreativas o turísticas que se realizan en la zona. 2-102

2.71 Incluir un análisis y justificación del impacto de daño del patrimonio cultural ya que no se explica de que se trata el impacto, donde se producirá este daño ni se justifica porque razón se le considera de nivel bajo. 2-103

2.72 Incluir un análisis y justificación del impacto del daño al patrimonio histórico, arqueológico y paleontológico ya que no se analiza la eventual afectación de los patrimonios antes mencionados de la zona como consecuencia de la implementación del Proyecto minero. 2-104

2.73 En la pagina 10-7 en el pun to 10.1.1.1.1 Control de polvo (materlal particulado) se indica " instalación de estación total de monitoreo de Materlal particulado". Indicar donde se ubicara la estación de monitoreo de materlal particulado (incluir coordenadas UTM NAD 27 o WGS 84) y cual fue el criterio que se aplicó para establecer su ubicación. 2-104

2.74 En la pagina 10-7 en el punto 10.1.1. 1. 1.1. Control de polvo (materlal particulado) se indica "roclar con agua, mínimo dos veces a/ día durante la época seca o durante largos periodos sin lluvla en la estacion lluviosa, a las áreas con terreno descubierto donde se realicen movimientos de tierra o existan superficies generadoras de partículas o polvo". Explicar cuales serlan las superficies emisoras de polvo que se pretenden controlar y cual sería el método para roclar con agua (dos veces al día) esas superficies. 2-105

2.74.1 Etapa de construcción 2-105

2.74.2 Etapa de Operación 2-106

2.75 En la página 10-8 en el punto 10.1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "... asegurar que la carga y descarga de materiales se haga minimizando la dispersión de polvo al ambiente". Señalar cuáles serían los métodos a aplicar para minimizar la dispersión de polvo al ambiente durante las tareas de carga y descarga de materiales. 2-106

2.76 En la página 10-9 en el punto 10. 1.1.1.1.1. Control de polvo (material particulado) se indica "... realizar la trituración de material pétreo y agregados en

húmedo o bien con sistemas que controlen la emisión de partículas". Aclarar si la trituración de material pétreo se realizaría en húmedo o en seco. En este último caso indicar cuáles serían los métodos/técnicas que se aplicanrán para minimizar la emisión de partículas. 2-107

2.77 Presentar la ubicacion de las trituradoras primarla y secundarla (incluir coordenadas UTM NAD 27 o WGS 84). Indicar el tipo y ubicación de los potenclales receptores sensibles al impacto acústico, así como el tipo y ubicación de las barreras acústicas a instalar. 2-108

2.78 Indicar las medidas que se implementarían para minimizar el ruido y las vibraciones del tránsito de camiones o maquinarla pasada en zonas pobladas. Indicar si este impacto ha sido evaluado al momento de definir la ruta de acceso y salida del Proyecto. En caso afirmativo indicar el criterio aplicado para seleccionar la ruta de acceso y salida del Proyecto. 2-111

2.79 En la página 10-15 en el punto 10.1.1.2.1.1. Recuperación de suelos orgánicos se indica "...realiZar un reconocimiento preliminar de las áreas en las cuales se procederá a remover los suelos orgánicos y verificar si en ellas se encuentran especies de plantas de interés". Realizar este reconocimiento ya que es un insumo imprescindible para una correcta evaluación de impactos el conocer con certeza si existen o no especies de interés sobre la huella del Proyecto. Presentar los resultados de este reconocimiento por parte de un botánico. Una vez realizado, el Promotor deberá actualizar el capítulo 9 Impactos Ambientales. 2-111

2.80 En la página 10-16 en el punto 10.1.1.2.1.1. Recuperación de suelos orgánicos se indica "... los suelos orgánicos de buena y mediana fertilidad, se mantendrán en las pilas de almacenamiento a través de los trabajos de control de erosión y siembra de pastos y que los suelos de baja fertilidad serán llevados al depósito de roca ésteril Chontal". Señalar que criterio y que metodología se aplicará para determinar el tipo de fertilidad del suelo extraído, a los efectos de derivar los suelos orgánicos de mediana y buena fertilidad a las pilas de almacenamiento de topsoil y el suelo de baja fertilidad al depósito de roca estéril Chontal. 2-112

2.81 En la pagina 10-17 en el punto 10.1.1.2.2. Control de erosión y sedimentos se indica "ejecutar, en la medida q111' sea posible, las actividades de mayor movimiento y perturbacion de tierras durante los períodos de menor lluvia, (para evitar escorrentías". Aclarar si efectivamente se aplicara o no esta medida de limitar la remoción y reemplazo de suelos la época seca, ya que no queda claro en el PMA si la aclaración "en la medida de lo posible" libera al promotor de esta obligación. 2-113

2.82 En la pagina 10-19 en el punto 10.1.1.2.3. Prevención de la contaminación del suelo se indica " disponer los suelos contaminados debido a derrames y/o fugas de aceites, grasas y lubricantes en un área específica del depósito de roca estéril Chontal". Aclarar en qué lugar se ubicara el área específica para el acopio de suelos contaminados en el depósito de roca estéril Chontal. Qué medidas que se aplicaran para lograr un acopio seguro de estos suelos. Indicar además que tratamiento que se dará y destino final de estos suelos contaminados. 2-113

2.83 En la pagina 10.25 en el punto 10.1.1.3.4. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas se indica " proveer de trampas a los drenajes pluviales que por su ubicación puedan recoger aguas que arrastren contaminantes". Especificar qué tipo de contaminantes podrían ser retenidos por las trampas que se instalaran en los drenajes pluviales. Indicar que tipo de contaminantes NO podrán ser retenidos por esas trampas..... 2-114

2.84 En la pagina 10-26 en el punto 10.1.1.3.4. Calidad de las aguas superficiales y subterráneas se indica aplicar medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de calidad del agua. El parámetro visual que se debe de observar es la turbidez o sólidos suspendidos. Inmediatamente se incremente la turbidez se deberán de parar los frentes de trabajo generadores de dicha turbidez en el cuerpo receptor". Especificar qué tipo de parámetros serán evaluados para realizar el seguimiento, vigilancia y control de la calidad del agua. Indicar si este seguimiento se limitará a una "inspección visual" para detectar la turbidez y/o sólidos suspendidos. 2-114

2.85 En la página 10-36 en el punto 10.1.1.6. fauna silvestre se indica "reubicar en la medida de lo posible aquellas poblaciones aisladas con especies endémicas tales como Alouatta coibensis trabeata (mono aullador de Coiba) e Incilius signifer (sapo) que se verán afectadas por la huella del Proyecto. Señalar si esta medida será implementada o no, ya que cuando dicen "en fa medida de lo posible no queda claro si están obligados o no a implementar la medida. 2-1

2.86 En la pagina 10-38 en el punto 10.1.1.7.1. Medidas para potenciar el incremento a la economía nacional y regional se indica "informar previa al inicio de la obra, a los gremios y empresas comerciales, acerco de las características de la obra y necesidades de insumos varios para las diferentes etapas de construcción, con el propósito de que preferiblemente, sean empresas nacionales las que atiendan los diversos requerimientos". Indicar con cuanta anticipación con que recursos y con que alcance se implementara la medida. 2-1

2.87 En la pagina 10-39 en el punto 10.1.1.7.1. Medidas para proporcionar incremento a la economía nacional y regional se indica que el proyecto realizara un convenio de capacitación de personal can el INADEH para generar capacidad local para el proyecto". Indicar con cuanta anticipación, con que recursos y con que alcance se implementará la medida. 2-2

2.88 En el punto 10.1.1.7.3 Medidas para disminuir la afectación de la salud de los trabajadores y en el punto 10.1.1.7.4 Medidas para reducir el incremento en el riesgo de accidentes laborales, el programa muestra que tiene previsto implementar medidas para la protección de los trabajadores. Explicar y justificar si esta previsto en la gestión ambiental del proyecto implementar esas mismas medidas, pero orientadas a la población local que no trabaja en el Proyecto. En caso afirmativo explicar el alcance de esas medidas. En caso negativo, explicar las razones que justifican su exclusión. 2-3

2.89 En la pagina 10-42 en el punto 10.1.1.7.5. Medidas para reducir la alteración del tráfico vehicular se indica " regular la velocidad de los vehículos y maquinarias del proyecto a lo largo de las vías utilizadas, especialmente cuando se transite en los

lugares poblados priorizar las horas nocturnas para el movimiento de materiales e insumos. Explicar y justificar si se han estudiado alternativas de rutas de transporte para minimizar el impacto sobre las poblaciones locales por circulación de equipos pesados cerca de las viviendas (ruido y vibraciones). Qué criterio se aplico para optar por la ruta seleccionada. Detallar qué medidas se aplicaran para minimizar la alteracion del transito vehicular lar en las zonas pobladas (ruido y vibraciones). 2-3

2.90 En la pagina 10-45 en el punto 10.1.2.1.1.1. Control de polvo (material paniculado) se indica " en días extremadamente secas y soleados, control de polvos en la faja transportadora proveniente del tajo de Quemita, para evitar la generación de partículas de polvo en el aire". Explicar y justificar que criterio tiene previsto aplicar MCQSA para determinaran cuando un día debe considerarse "extremadamente seco~ y en consecuencia activar el mecanismo de control de polvos en la cinta transportadora. Cuáles son los mecanismos para control de polvos de la cinta transportadora y explicar su funcionamiento. 2-4

2.91 En la página 10-46 en el punto 10.1.2.1.1.2. Gases de combustión se indica "... En relación al funcionamiento del horno de fundición, se aplicarán las siguieNTes medidas: Las emisiones producto de la fundición de mateRial serán controladas a través de filtros de mango y el horno de fundición funcionará solo cuatro veces a la semana durante cuatro horas coda vez, minimizando la operación a 16 horas por semana. Explicar y justificar si el Proyecto considera mecanismos para reducir la emisión de gases a la atmósfera del horno de fundición. En caso afirmativo que explique el mecanismo previsto y su funcionamiento. En caso negativo que justifique su exclusion. 2-5

2.92 En la página 10-53 en el punto 10.1.2.3.1. Agua para el proceso se indica "...el manejo de agua de la pileta de excesos, deberá considerar un vertedero o canal de descarga de emergencia para evitar una falla catastrófica del terraplén, en condiciones alteradas superiores a las condiciones de diseño". Explicar y justificar dónde descargará el canal de descarga de la pileta de excesos (incluir coordenadas con Datum NAD 27 o WGS 84). Qué volumen máximo de descarga podría esperarse

en caso de condiciones alteradas superiores a la de diseño. Cuál sería la calidad esperada para esa descarga (parámetros físico, químicos y valores) y los mecanismos que se implementarán para el control de la calidad del vertido. Si existe riesgo de volcar agua no tratada (por ejemplo en caso de que el caudal ingresante supere la capacidad de tratamiento de 300 m3/h). 2-5

2.93 En la página 10-53 en el punto 10.1.2.3.1. Agua para el proceso se indica "... el manejo de agua de la planta de destrucción del cianuro de la solución de procesos, deberá tratar el agua proveniente de la pileta de excesos, previa a su descarga a la quebrada Maricela". Explicar y justificar que volumen máximo (m3/hora) de descarga podría esperarse en la quebrada Maricela. Cuál sería la calidad esperada para esa descarga (parámetros físicos, químicos y valores). Si existe riesgo de volcar agua no tratada (por ejemplo en caso que el caudal ingresante supere la capacidad de tratamiento de 300 m3 /h). 2-8

2.94 En la página 10-61 en el punto 10.1.2.3.7.1. Desagüe de los tajos se indica "... de acuerdo a los estudios hidrogeológicos, no se prevé que el desarrollo del tajo intercepte el acuífero que esta en contacto directo con el mineral sulfuroso, por lo mismo solo se han considerado medidas para el manejo del agua de lluvia dentro del tajo". Sin embargo, en el estudio hidrológico (LBF 6.6) se observa que los niveles freáticos reportados se encuentran próximos a la superficie (0 - 50 m), siendo que los tajos tendrán mayor profundidad. Explicar con claridad y justificar a que profundidad se encuentra el agua subterránea en las inmediaciones de los tajos La Pava y Quemita. Cuáles son los piezómetros de referencia para cada tajo. Si el Proyecto considera factible el surgimiento de agua subterránea dentro de los tajos a medida que se realicen las excavaciones. En caso afrrmativo que explique los equipos previstos para desagote, el procedimiento de desagote, el eventual riesgo de afloramiento de drenaje acido de roca, el tratamiento del agua previo al vuelco en superficie y si existe riesgo de afectar los manantiales cercanos a cada tajo. En caso negativo, que justifique su posición. 2-11

2.95 En la página 10-62 en el punto 10.1.2.3.7.2. Depósito de roca estéril Chontal se indica "... finalmente, para asegurar que las medidas de mitigación propuestas sean efectivas, se realizará el monitoreo de la calidad del agua superficial alrededor del depósito de roca estéril. En caso de que se detecte una degradación del agua en alguna área se realizarán investigaciones para determinar las acciones correctivas apropiadas y necesarias". Incluir en el Plan de Manejo Ambiental las acciones correctivas "apropiadas y necesarias" para tratar el agua en caso que se detecte degradación, ya que no es admisible que se realicen estudios una vez que aparceca el problema ya que no dará tiempo para actuar por ende como medida preventiva, el Proyecto debe estar preparado por anticipado para atender este tipo de contingencias. 2-12

2.96 En la página 10-67 en el punto 10.1.2.5. Programa de control de materiales peligrosos se indica "... La utilización de mercurio será reducida en el proceso. Principalmente, será utilizado para la fundición del material para la fabricación de las barras de dore. Durante el proceso de fundición, el mercurio sera capturado a través de filtros de manga por lo que se estima que no habra emisiones fijas significativas. Se estima que durante toda la operación del Proyecto solo se acumularán hasta 2 litros de este material en un periodo de 5 años". Explicar y justificar cuál será el consumo anual, la provisión, el almacenamiento, el manejo de envases, el manejo de emisiones. Los impactos ambientales y el monitoreo ambiental de las emisiones de Mercurio a lo largo de toda la etapa de operación. Qué significa que se estima que no habrá emisiones fijas significativas de Mercurio a la atmósfera. ¿Habrá emisiones? ¿De cuánto? ¿Cuál sera la eficiencia esperada (%) del filtro de manga para retener los vapores de mercurio? Tratándose de un elemento altamente peligroso para la salud humana (vapores) se debera indicar cuanto mercurio se estima que habrá en las emisiones y sus efectos sobre el ambiente. 2-14

2.97 En la página 10-69 en el punto 10.1.2.6.2. Fauna silvestre se indica "... Durante el procesamiento de minerales, para evitar la atracción y el potencial impacto de las aves en las Piletas de proceso se instalarán los siguientes dispositivos con el

fin de repelerlos del área'", sin embargo dicho impacto no fue incluido en el capítulo 9. Incluir este impacto en el capítulo 9 Impactos Ambientales y en el Monitoreo Ambiental. 2-15

2.98 En la página 10-70 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones mineras que permanezcan en el post cierre tales como los tajos, depósito de roca estéril y pila de lixiviación". Describir detalladamente cuáLes son las medidas efectivas que se deberán implementar para satisfacer esta obligación. 2-16

2.98.1 HLF 2-16

2.98.2 WRD 2-17

2.99 En la página 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... Satisifacer requerimientos de la reglamentación ambiental nacional con respecto a efluentes provenientes de instalaciones mineras". Describir detalladamente cuál deberá ser la calidad de cada efluente a los efectos de cumplir con la reglamentación nacional. Detallar parámetros del efluente y los valores máximos que serán admitidos. 2-18

2.100 En la página 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... disminuir el cuidado activo que puede ser requerido poDra tratar las aguas provenientes del área minera de modo que se satisfagan los estandares de calidad del agua establecidos por la reglamentacion ambiental nacional, tomando en cuenta las condiciones de línea base existente previa al minado y operación del Proyecto". Ampliar el concepto ya que pareciera decir que se debe descuidar el tratamiento de aguas en etapa de cierre I post cierre. 3

2.101 En la página 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... Reducir la erosion y el transporte de sedimentos a los cuerpos de agua, satisfaciendo la reglamentacón ambiental nacional para sólidos totales suspendidos. Las estructuras para el control de la sedimentación se desarrollarán e implementarán de modo que perduren durante el Cierre/post cierre (abondono), con mínimo o ningún

mantenimiento por parte de MCQSA". Ampliar el concepto ya que pareciera decir que MCQSA debería desentenderse del mantenimiento de las estructuras para El control de la sedimentación durante la etapa de cierre y post cierre. 7

2.102 En la página 10-71 en el punto 10.1.3. Etapa de cierre/post cierre se indica "... durante la remediación del área, conformar y perfilar la zona a una pendiente adecuada (2H: IV) y luego se recubre la zona con una capa de topsoil a 40 cm, para luego realizar la siembra de especies nativas". Explicar y justificar cuántos m^3 de topsoil se necesitarán para restituir las áreas disturbadas en la huella del Proyecto con 40 cm de suelo. Cuántos m^3 de topsoil prevé MCQSA que podrían ser obtenidos y acopiados durante las etapas de construcción y operación del Proyecto. Qué superficie de la huella del Proyecto podría ser restaurada con 40 cm de espesor utilizando ese topsoil acopiado en etapa de construcción y operación. Qué porcentaje (%) representa esa superficie que será restaurada con 40 cm de espesor, respecto a la superficie todal de la huella del Proyecto. Que manejo tiene previsto aplicar MCQSA para la superficie de la huella para la que no alcance el topsoil acumulado en etapa de construcción y operación. 9

2.103 En la página 10-72 en el punto 10.1.3.2.1. Vegetación se indica "máximizar el uso de especies nativas durante la revegetación (rehabilitación). Las especies que actualmenle no están establecidas en la región del Proyecto no serán introducidas como parte del programa de revegetación a menos que se efectue una evaluación de riesgos para dicha especie". Presentar un Plan de Rehabilitación indicando que especies vegetales se utilizarán para la rehabilitación, cantidad estimada de ejemplares por especie y viveros de procedencia. 10

2.104 En la página 10-166 en el punto 10.2. Ente responsable de la ejecución de las medidas se indica "... la Gerencia Ambiental esta conformada por el Gerente Ambiental y dos Técnicos Ambientales", sin embargo el organigrama (figura 10.2-1) muestra siete (7) posiciones en ninguna de las cuales aparecen los dos técnicos ambientales. Aclarar cómo estará conformada la estructura del Ente Responsable de la Ejecución de las medidas. 13

2.105 En la página 10-167 en el punto 10.2.1. Roles y responsabilidadcs se describen los roles y responsabilidades del Gerente de Medio Ambiente y el de los dos (2) técnicos (Técnico ambiental y Técnico en seguridad y salud) pero no se corresponde con el organigrama. Presentar una descripción de roles y responsabilidades para todas las posiciones que se presentan en el organigrama... 14

2.106 En la página 10-169 en el punto 10.3.1. Calidad de aire y ruido se indica "... El próposito principal del programa de monitoreo de emisiones de calidad del aire y ruido es permitir a MCQSA contar con información relacionada al cumplimiento de los límites máiximos permisibles de emisiones a la atmósferara, asímismo, MCQSA utilizará la información obtenida en el programa de monitoreo pora evaluar la efectividad de las medidas de manejo de la calidad del aire del Proyecto". Explicar y justificar si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de material particulado (PM10 y PM2.5) y de Gases (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del Proyecto), a los efectos de evaluar el impacto del Proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. Si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los efectos de evaluar el impacto del Proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guía de referencia que serán aplicados. En caso negativo explicar y justificar dicha omisión..... 18

2.106.1 Monitoreo material particulado 18

2.106.2 Monitoreo de ruido 19

2.107 En la página 10-169 en el punto 10.3.1.1. Estándares se presentan en forma conjunta estándares de calidad para emisiones y estándares (niveles guía) de calidad para el cuerpo receptor, mientras que en la tabla 10.3-1 Criterio ambiental para material particulado no se indica para que duración de exposición (tiempo) se acepta

un nivel de 150 µg/m3 de PM10. Presentar por separado los estándares de emisión (fuentes fijas y fuentes móviles) y los estándares de calidad aceptable para el cuerpo receptor (material particulado, gases, ruido y vibraciones). Presentar los niveles guía de calidad del aire (cuerpo receptor) que aplicará MQSA como objetivo de calidad para las zonas pobladas próximas al Proyecto (material particulado, gases, ruido y vibraciones). Indicar en la tabla 10.3-1 para qué duración de exposición se acepta un nivel de 150 µg/m3 de PM10..... 22

2.108 En la página 10-171 en el punto 10.3.1 1. Estándares pareciera que las tablas 10.3-4 y 10.3-5 fueran identicas. Aclarar si esas tablas estan repetidas o bien si aportan información diferente. 24

2.109 En la página 10-172 en el punto 10.3.1.1. Estándares se indica "... en cuanto al monitoreo de las emisiones y calidad del aire, este se concentrará en la evaluación de las emisiones de gases provenientes de los vehículos que se utilicen en el Proyecto y en el moniroreo de la calidad del aire en sitios próximos al mismo". Explicar y justificar si esta previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo que describa los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo. 25

2.110 En la página 10-172 en el punto 10.3.1.1. Estándares se indica "... al iniciar las labores de construcción, se debe realizar un monitoreo de los niveles de ruido en las áreas de trabajo (5 sitios), a fin de utilizarlo como control para determinar el grado de atenuación requerido para el equipo de protección de los trabajadores". Explicar y justificar si al iniciar las labores de construcción esta previsto también realizar monitoreo de los niveles de ruido en zonas pobladas próximas al Proyecto. En caso afirmativo que describa los puntos de monitoreo y frecuencia de las mediciones. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo..... 26

2.111 En la página 10-173 en el punto 10.3.1.2. Estaciones de monitoreo se muestran en la tabla 10.3-7 Estaciones de monitoreo propuestas para calidad del aire y ruido, cuatro (4) estaciones de monitoreo dentro del Proyecto (EM1, EM2, EM3 y

EM4) y una sola (EM5 - Finca Peralta) ubicada fuera del Proyecto, a sotavento del patio de lixiviación. No se observan estaciones de monitoreo ubicadas en zonas pobladas. Explicar y justificar si esta previsto instalar estaciones de monitoreo de calidad del aire y niveles de ruido en zonas pobladas. En caso afirmativo que describa puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no instalación de estaciones de monitoreo en zonas pobladas..... 28

2.112 En la página 10-175 en el punto 10.3.1.3. Parámetros y frecuencia de monitoreo indican que los parámetros sugeridos para el monitoreo en las estaciones nuevas son PM10, CO, S02, NO, NO2 y ruido. No se indica medición de mercurio, cuando en el punto 10.1.2.5 del PMA Programa de control de materiales peligrosos admiten que habrá emisiones de mercurio (aunque sostienen que serán "no significativas"): Durante el proceso de fundición, el mercurio será capturado a través de filtros de manga por lo que se estima que no habrá emisiones fijas significativas. Tampoco se indica mediciones de HCN (acido cianhídrico) en inmediaciones y a barlovento de la pila de lixiviación. Explicar y justificar si está previsto realizar monitoreo de mercurio y acido cianhídrico en aire, en las inmediaciones de los focos de emisión (Fundición, patio de lixiviados). Si esta previsto realizar monitoreo de mercurio y acido cianhídrico en aire en zonas pobladas. En caso afirmatativo describir los puntos de monitoreo y frecuencia de las mediciones. En caso negativo justificar la no realización de estos monitoreos. 29

2.113 En la página 10-192 en el punto 10.3.5.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de flora) se indica "... la frecuencia de monitoreo estará relacionada a las actividades de rescate y reubicación de flora". Explicar y justificar cuáles son los parámetros que efectivamcnte serán incluidos en el monitoreo de flora. Cuál es el número y ubicación de las estaciones de monitoreo y la frecuencia de monitoreo 32

2.114 En la página 10-195 en el punto 10.3.6.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de fauna) se indica "... la frecuencia de monitoreo estará relacionada a las actividades de rescale y reubicación de fauna silvestre". Explicar y justificar cuáles

son los grupos faunísticos que serán incluidos en el monitoreo de fauna Silvestre y cuáles son los parámetros que efectivamente serán monitoreados para cada grupo faunístico. Cuál es el número y ubicación de las estaciones de monitoreo para cada grupo faunístico y la frecuencia de monitoreo para cada uno de esos grupos..... 33

2.115 En la página 10-198 en el punto 10.3.7.2. Parámetros y frecuencia de monitoreo (de peces y hábitat acuático) se indica que los parámetros a ser monitoreados durante la etapa de construcción y operación son los siguientes: peces, moluscos y crustáceos, insectos acuáticos y perifiton, sin embargo cabe aclarar que ese listado no corresponde a parámetros sino a comunidades limnológicas. Explicar y justiticar cuáles son las comunidades limnológicas que serán incluidas en el monitoreo de peces y hábitat acuático. Cuáles son los parámetros que efectivamente serán monitoreados para cada comunidad. Cuál es el número y ubicación de las estaciones de monitoreo para cada comunidad y la frecuencia de monitoreo para cada comunidad. 35

2.116 En la página 10-200 en el punto 10.4. Cronograma de ejecución se indica "se han planificado 10 años de vida útil para el Proyecto, lo cual incluye 12 meses para la construcción, cuatro a cinco años para las operaciones, 4 de cierre y dos años de monitoreo, sin embargo los tiempos mencionados suman 12 años en lugar de 10 (1+5+4+2=12). Aclarar cuál es la extensión que considera para la vida útil del Proyecto. 36

2.117 En la página 10-216 en el punto 10.6.5. Análisis de riesgos socio ambiental se indica "... a fin de determinar la naturaleza y magnitud de los probables riesgos ambientales y sociales que podrían generarse durante la construcción y operación del Proyecto, se realizó la evaluación alternativa de la condicion de riesgo de los componentes del Proyecto, asi como estabilidad del medio. Para la evaluación de riesgos, se ha estimado el nivel de sensibilidad ambiental y social, y calificados los niveles de riesgo que pueden representar para MCQSA, tomando en cuenta las implicaciones de cada aspecto en la fase de construcción y operacion". Incluir en el Plan de Prevención de Riesgos, con el debido detalle explicativo y justificación: un

listado completo de los riesgos más importantes asociados con el Proyecto, la metodología analítica aplicada para la identificación de riesgos, la explicación detallada y justificada de cada riesgo identificado, la jerarquización de los riesgos identificados en cuanto a su magnitud, probabilidad de ocurrencia y el daño que podría producir sobre el ambiente y sobre los pobladores locales cada riesgo identificado en caso de manifestarse, las medidas previstas en el Proyecto para minimizar estos riesgos o para compensarlos en caso de ocurrir, especialmente en caso de afectación al ambiente o a los pobladores locales. IguaLmente el Plan de Prevención de Riesgos debe analizar los riesgos asociados con: instalaciones mayores como patio de lixiviación con solución de cianuro y depósito de roca estéril en zona montañosa con pendientes pronunciadas (quebradas), con riesgo sísmico y presencia de fallas geológicas, presencia de manantiales, arroyos cuyas aguas son utilizadas por los pobladores locales, tránsito de camiones por centros poblados cercanos. etc. 37

2.117.1 Metodología 39

2.117.1.1 Matriz de riesgos 40

2.117.2 Registro de riesgo 42

2.117.3 Evaluacion de riesgos salud ocupacional 46

2.118 En la pagina 10-225 en el punto 10.7.1.2 Objetivos se indica “Definir las acciones de manejo necesarias, para aquellas especies que requieran proteccion y manejo especial dentro de la huella del proyecto”, pero no se indica cuales son las especies que deberian ser rescatadas. Explicar y justificar cuales son las especies de fauna que deberian ser rescatadas, cuales son los sitios identificado para la reubicación de cada especie que presentan condiciones fisicas y biologicas adecuadas para asegurar la supervivencia de las especies faunistica que sera rescatada. Presentar un detalle de la implementación de este programa indicando personal, equipo, recursos y croNogrma de trabajo previsto para rescate fauna 2-3

2.119 En la pagina 10-233 en el punto 10.7.2.5 Sitios de reubicación se indica" Se coordinara con la entidad regional de ANAM, los sitios adecuados para realizar la reubicación de la flora.Explicar y justificar cuales son las especies de flora que deberían ser rescatadas.Cuales son los sitios idientificados para la reubicación de cada especie que se presentaran condiciones físicas y biológicas adecuadas para asegurar la supervivencia de las especies reubicadas. pRESENTAR UN MAPA DE SIITOS Donde MCQSA preve reubicar a cada especie de flora que sera resctada. Señalar cual sera la logistica prevista para el traslado de cada especie..... 2-21

2.120 En la página 10-261 en el punto 10.10. Plan de recuperación ambiental y de cierre/post cierre (abandono) se indica "... la ejecucion de las actividades de cierre final tendrá una duración de dos años, que se iniciarán en el 2021 y finalizará en el 2023", mientras que en la página 10-265 en el punto 10.10.4. Patio de lixiviación se indica "... se espera un tiempo de 2.3 años aproximadamente para limpiar la pileta de lixiviación; esto permite que haya un periodo de drenaje de las úlltimas aguas usadas para el lavado de la pila". Aclarar cómo la ejecución de las actividades de cierre va a tener una duración de dos años tomando en consideración que la limpieza de la pileta de lixiviación es de 2.3 años. 2-23

2.121 Presentar las coordenadas de los nacimentos de las quebradas, en UTM (especificando el datum), ubicadas dentro de los polígonos correspondientes a las facilidades del proceso de lixiviación y al depósito de roca estéril Chontal; e indicar si en el diseño del Proyecto se contempló respetar lo que dicta el numeral 1, del artículo 23, de la Ley 1 de 3 de febrero de 1994, "Por la cual se establece la legislación forestal en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones". 2-24

2.122 Presentar nuevamente el capítulo 5 del Estudio de Impacto Ambiental, ya que durante su evaluación se detectaron múltiples errores en la redacción, dando a entender que dicho capítulo fue traducido de un documento original en otro idioma que no es el castellano..... 2-24

3. ANEXOS 3-25

3.1 CAPITULO 5 3-25

3.2 CAPITULO 9 3-25
3.3 ESTUDIO DE TRÁFICO 3-25
3.4 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DEL HLF Y WRD 3-25
3.5 PLAN DE MANEJO DE AGUA 3-25
3.6 ESTUDIO SISMICO 3-25
3.7 MODELACION DE RUIDO 3-25
3.8 MODELACION DE GASES Y VAPORES 3-25
3.9 REPORTE FINAL DE GEOQUIMICA 3-25
3.10 OPCIONES DE DISEÑO CONCEPTUAL PARA TRATAMIENTO DE DRENAJE ACIDO DE ROCA 3-25
3.11 CONTRATO DE DESARROLLO DE MODELO DE DISPERSIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DE AIRE 3-25
3.12 MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE EMISIONES DEL HORNO DE FUNDICIÓN 3-25
3.13 MAPA HIDROGRÁFICO DEL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA 3-25

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Coordenadas geográficas que conforman la huella del Proyecto 2-3
Tabla 2-2: Emisiones fugitivas de HCN del HLF 2-21
Tabla 2-3: Emisiones de HCN dirección sotavento, Proyecto Cerro Quema 2-22
Tabla 2-4: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema 2-33
Tabla 2-5: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema 2-34
Tabla 2-6: Consumo de agua cruda en Proyecto Minero Cerro Quema 2-35
Tabla 2-7: Consumo de cianuro en Proyecto Minero Cerro Quema 2-36

Tabla 2-8: Descarga de efluentes en Proyecto Minero Cerro Quema 2-36
Tabla 2-9: Tasas de flujo de la PTAR de aguas de Proceso, Proyecto Minero Cerro Quema 2-37
Tabla 2-10: Requerimiento de vehículos en Proyecto Minero Cerro Quema 2-38
Tabla 2-11: Listado de equipos mineros y de soporte 2-39
Tabla 2-12: Producción de roca 2-40
Tabla 2-13: Pago de regalías 2-40
Tabla 2-14: Tabla síntesis 2-41
Tabla 2-15: Volúmenes de Almacenamiento de los Estanques del Patio de Lixiviación. 2-68
Tabla 2-16: Especies de flora amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción dentro y fuera de la huella del proyecto 2-77
Tabla 2-17: Especies de fauna amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción dentro y fuera de la huella del proyecto 2-79
Tabla 2-18: Especies de fauna registradas 2-80
Tabla 2-19: Sitios para la instalación de Estación Total de Monitoreo. 2-104
Tabla 2-20: Criterios ambientales para la calidad del agua superficial. 2-1
Tabla 2-21: Cursos patrocinados y desarrollados por MCQSA en INADEH 2-2
Tabla 2-22: Escenarios de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio 2-6
Tabla 2-23: Puntos de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema 2-7
Tabla 2-24: Tasas de flujo de la PTAR de aguas de Proceso, Proyecto Minero Cerro Quema 2-9
Tabla 2-25: Escenarios de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio 2-10
Tabla 2-26: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema 2-15
Tabla 2-27: Criterios ambientales para la calidad del agua superficial. 2-1
Tabla 2-28: Niveles guía de calidad de aire para material particulado (cuerpo receptor), Proyecto Minero Cerro Quema. 22

Tabla 2-29: Niveles guía de calidad de aire para gases (cuerpo receptor), Proyecto Minero Cerro Quema 22
Tabla 2-30: Criterio ambiental fuentes móviles de emisiones de gases de combustión – vehículos tipo diesel 23
Tabla 2-31: Criterios ambientales para ruido en áreas residenciales e industriales 23
Tabla 2-32: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental 25
Tabla 2-33: Localización de estaciones de monitoreo de calidad de aire 25
Tabla 2-34: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema 29
Tabla 2-35: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema 30
Tabla 2-36: Emisiones fugitivas de HCN del HLF 30
Tabla 2-37: Emisiones de HCN dirección sotavento, Proyecto Cerro Quema. 31
Tabla 2-38: Estaciones de monitoreo de seguimiento de fauna acuática 35
Tabla 2-39: Unidades y componentes del Proyecto para la evaluación de riesgos 38
Tabla 2-40: Matriz de riesgos 41
Tabla 2-41: Niveles de prioridad de la matriz de riesgos 42
Tabla 2-42: Facilidades mineras 43
Tabla 2-43: Trituradoras y fajas 44
Tabla 2-44: Facilidades proceso de lixiviación 45
Tabla 2-45: Riesgos y factores de probabilidad identificados para la realización de este proyecto 50
Tabla 2-46: Ponderación utilizada por la metodología BID 53
Tabla 2-47: Niveles de calificación de probabilidad e impacto 54
Tabla 2-48: Valoración del nivel de riesgo 55
Tabla 2-49: Listado de especies por grupo de estudio 2-4
Tabla 2-50: Especies de fauna bajo legislación nacional e internacional 2-8
Tabla 2-51: Actividades del programa integral de manejo para la fauna silvestre 2-12

Índice de Figuras

Figura 2-1: Corregimientos en los que se desarrolla el Proyecto 2-2

Figura 2-2: Diseño conceptual de canales de drenaje del HLF 2-9
Figura 2-3: Secciones de los caminos internos, Proyecto Minero Cerro Quema 2-10
Figura 2-4: Ruta seleccionada como acceso al Proyecto 2-13
Figura 2-5: Camino de acceso al Proyecto 2-14
Figura 2-6: Especies utilizadas para actividades de revegetación 2-15
Figura 2-7: Maquina para hidrosiembra en el Proyecto 2-16
Figura 2-8: Instalación de mantas para control de erosión en taludes del Proyecto .. 2-17
Figura 2-9: Trabajos de control de erosión en taludes del Proyecto 2-18
Figura 2-10: Trabajos de control de erosión en taludes del Proyecto 2-18
Figura 2-11: Labores de mantenimiento de áreas revegetadas en el Proyecto 2-19
Figura 2-12: Medida de contención de ruido, barreras acústicas. 2-31
Figura 2-13: Planta general del horno de fundición 2-35
Figura 2-14: Sistema de recuperación de gases 2-35
Figura 2-15: Ubicación de puntos de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema 2-38
Figura 2-16: Mapa de dirección y velocidad de viento, Proyecto Minero Cerro Quema. 2-52
Figura 2-17: Mapa Hidrográfico 2-64
Figura 2-18: Mapa de manantiales, ... 2-67
Figura 2-19: Ubicación de puntos de muestreo de ruido, Proyecto Minero Cerro Quema. 2-70
Figura 2-20: Modelación de ruido sobre ruta de transporte hacia Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción) 2-71
Figura 2-21: Modelación de ruido sobre ruta de transporte hacia Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción). 2-72
Figura 2-22: Ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire 2-73
Figura 2-23: Conducto telescópico de la trituradora. 2-107
Figura 2-24: Ubicación de las trituradoras, Proyecto Minero Cerro Quema. 2-108
Figura 2-25: Modelación de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción) 2-109

Figura 2-26: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción)..... 2-110
Figura 2-27: de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema..... 2-8
Figura 2-28: Piezómetros de referencia para cada uno de los tajos 2-11
Figura 2-29: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)..... 19
Figura 2-30: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción)..... 20
Figura 2-31: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)..... 27
Figura 2-32: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción)..... 27
Figura 2-33: Zonas de monitoreo de fauna. 2-10
Figura 2-34: Sitios de reubicación de especies de fauna. 2-11
Figura 2-35: Esquema del procedimiento para el manejo de la fauna..... 2-15

577
578

SNC·LAVALIN

MCQSA

Respuestas

Nota DIEORA-DELA-AP-0263-2212-15

1. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye las respuestas a las observaciones realizadas al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del Proyecto Cerro Quema (en adelante El Proyecto) de la empresa promotora Minera Cerro Quema, S.A. (MCQSA), preparado por SNC-Lavalin Panamá, S.A. (con número de registro de empresa consultora IRC-002-12, en cumplimiento de los requisitos normativos definidos en el Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto de 2009 y en el Decreto Ejecutivo N° 155 del 5 de agosto de 2011.

De acuerdo con las normas vigentes, el presente documento busca complementar y aclarar la información presentada en el EsIA del Proyecto con el fin de garantizar una adecuada y fundada predicción, identificación e interpretación de los impactos ambientales que pueda generar el Proyecto, así como la idoneidad técnica de las medidas propuestas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos significativos.

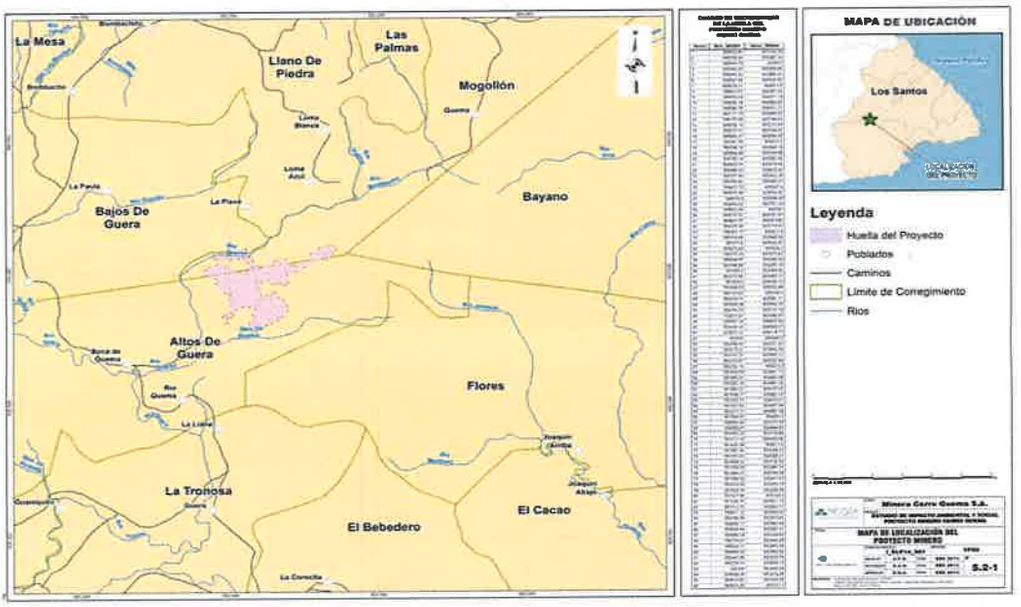
2. RESPUESTAS

2.1 SENALAR CUALES SON LOS CORREGIMIENTOS EN LOS CUALES SE DESARROLLARA EL PROYECTO

El plano general del Proyecto presentado en el Capítulo 5 – Descripción del Proyecto incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, Figura 5.1-2, indica gráficamente los Corregimientos en los cuales se desarrollará el Proyecto.

En la Figura 2-1 se muestra la ubicación del Proyecto sobre los Corregimientos en los cuales se desarrollará el mismo.

Figura 2-1: Corregimientos en los que se desarrolla el Proyecto



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

A continuación se listan dichos corregimientos:

- Corregimiento de Altos de Guera
- Corregimiento de Bajos de Guera
- Corregimiento de Mogollón

2.2 EN LA PAGINA 5-5 EN EL PUNTO 5.2. UBICACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO SE INDICA "EL AREA PROPUESTA PARA LA MINA Y PROCESO DE LIXIVIACIÓN DE ORO, SE DESARROLLARA DENTRO DE LA CONCESION, EN UN AREA MAXIMA DE 480.89 M^2 (HUELLA DEL PROYECTO). MIENTRAS QUE LA VERIFICACIÓN DE LAS COORDENADAS PRESENTADAS EN EL ESTUDIO REALIZADA POR EL DEPARTAMENTO DE GEOMATICA, DIO COMO RESULTADO UN POLIGONO CON SUPERFICIE APROXIMADA DE 472 HAS+ 6,840.23 M2. ACLARAR CUAL ES EL AREA TOTAL DE DESARROLLO DEL PROYECTO CON SUS RESPECTIVAS COORDENADAS.

El área de la concesión minera cubre una extensión de 14,983 ha, resultantes de la integración de tres títulos mineros, conformados por los Contratos de Concesión Minera No.19, 20, y 21 de 1997. El Proyecto Minero Cerro Quema se localiza dentro de la Península de Azuero entre los Distritos de Tonosí y Macaracas, en la Provincia de Los Santos, aproximadamente a 45 kilómetros (km) al suroeste de la ciudad de Chitré y a casi 250 km por carretera de la Ciudad de Panamá.

El área de intervención puntual propuesta para la mina y proceso de lixiviación de oro, se desarrollará en un área máxima de 480.89 hectáreas (ha), aérea definida como huella del Proyecto y determinada por las zonas donde se desarrollarán las obras del mismo. En la Tabla 2-1 se muestran las coordenadas respectivas de cada punto que conforma la huella del Proyecto.

Tabla 2-1: Coordenadas geográficas que conforman la huella del Proyecto

No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84
1	549832.85	833146.39	26	549535.99	835554.63	51	553573.01	836019.77	76	551944.23	833794.09
2	549758.24	833381.34	27	549470.9	835599.08	52	553600	835889.6	77	551958.52	833611.53
3	549840.79	833475	28	549482.02	835707.03	53	553490.46	835721.32	78	551814.06	833379.75
4	550050.35	833568.66	29	549643.94	835761	54	553279.33	835540.34	79	551625.14	833235.29
5	550066.22	833854.41	30	549737.61	835727.67	55	553141.21	835564.15	80	551421.94	833144.8
6	550007.48	834056.03	31	549907.47	835673.69	56	552510.97	835222.84	81	551244.15	833051.13
7	550028.11	834211.6	32	550226.56	835714.97	57	552234.74	835075.2	82	551012.37	832952.71
8	549843.97	834281.45	33	550301.17	835811.8	58	551950.58	834957.73	83	550917.12	832849.53
9	549555.04	834621.18	34	550518.66	835948.34	59	551985.51	834683.09	84	550786.95	832833.65
10	549566.16	834806.92	35	550575.8	835930.87	60	551952.18	834581.49	85	550682.17	832893.98
11	549286.76	834921.21	36	550675.82	835648.3	61	551863.27	834535.45	86	550659.94	832965.41
12	549177.75	834980.22	37	550774.25	835473.67	62	551698.17	834627.52	87	550666.29	833128.93
13	549171.66	835140.03	38	550948.87	835286.34	63	551553.71	834618.01	88	550779.01	833440.08
14	549289.14	835231.84	39	551048.88	835256.18	64	551437.82	834587.84	89	550936.17	833654.39
15	549572.51	835335.82	40	551466.4	835349.85	65	551317.17	834697.38	90	550666.29	833852.82
16	549885.51	835294.55	41	551510.85	835465.73	66	551094.92	834681.5	91	550467.86	833833.78
17	550341.65	835075.2	42	551618.8	835492.72	67	550904.42	834727.54	92	550229.73	833659.15
18	550536.12	835056.16	43	551890.26	835533.99	68	550982.21	834446.55	93	550144	833440.08
19	550659.94	835168.86	44	552123.62	835305.4	69	551082.22	834179.86	94	550058.28	833374.99
20	550782.18	835260.95	45	552214.11	835291.11	70	551271.13	834203.66	95	549913.82	833338.48
21	550609.14	835419.69	46	552690.36	835502.25	71	551415.59	834211.6	96	549931.28	833157.5
22	550496.43	835632.42	47	552742.75	835737.19	72	551487.04	834308.44			
23	550337.68	835602.26	48	553031.67	835968.97	73	551591.81	834305.27			
24	550040.82	835583.21	49	553341.24	836022.94	74	551668.01	834132.22			

No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84	No	Este WGS84	Norte WGS84
25	549621.72	835557.8	50	553444.43	836083.27	75	551836.29	833987.76			

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.3 PRESENTAR EL AJUSTE ECONOMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO FINAL

Se incluyen valoraciones adicionales en el análisis económico de otros impactos identificados como altos o moderados (VI > 40) según las Tablas 9.2-8 a 9.2-10.

Tabla 9.2-8 Valoración de impactos de la etapa de construcción:

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
Aguas superficial	Contaminación de aguas superficial por aceites, grasas e hidrocarburos	Cambios en los flujos de caudales (min. Y máx.) Por consumo, desvíos, presas, entre otros, afectando la geomorfología del cauce, usos consuntivos, al medio biológico acuático y valores culturales ribereños.
Aguas superficial	Contaminación de aguas superficial por transporte de sólidos suspendido	
Capacitación y empleo	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	Se realizarán capacitaciones en diversos aspectos al personal.
Administración pública	Incremento de ingresos de instituciones publicas	Se estima el aumento en los ingresos de los municipios y otras instituciones públicas por el pago de impuesto.
Patrimonio cultural y paisaje	Alteración del paisaje natural	El patrimonio cultural puede ser invaluable si se considera únicamente desde el punto estético y espiritual. Sin embargo, el patrimonio cultural genera interés en los turistas nacionales e internacionales, lo que origina las actividades turísticas y generación de divisas. El daño de los sitios representativos de este patrimonio

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
		cultural se puede reflejar en las perdidas del sector turístico- por disminución de visitantes.

Tabla 9.2-9 Valoración de impactos de la etapa de operación:

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
Aire	Incremento de la concentración de material particulado	El polvo en el aire puede afectar las comunidades aledañas, ocasionando problemas de salud- en este caso se utiliza el método de los Costos de Salud. También, los gases pueden ocasionar algún tipo de impacto sobre la biodiversidad en el área cercana al proyecto-en este caso, habrá que determinar el valor de dicha biodiversidad (según los usos actuales y potenciales). Muchas veces, para el caso de biodiversidad se considera como valor económico el costo de mantenimiento del ecosistema-o sea, aunque se desconozca el valor toral de la biodiversidad en una hectárea, se puede al menos estimar el costo de mantener la salud del ecosistema en la misma hectárea.
Aguas superficial	Contaminación de aguas superficial por aceites, grasas e	Cambios en los flujos de caudales (min. Y máx.) Por consumo,

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
	hidrocarburos	desvíos, presas, entre otros, afectando la geomorfología del cauce, usos consuntivos, al medio biológico acuático y valores culturales ribereños.
Aguas subterránea	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos	Se contamina el agua subterránea por fuentes superficiales (conjunto de sub-indicadores). Medir en diferentes pozos dentro y fuera del área de influencia
Capacitación y empleo	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	Se realizarán capacitaciones en diversos aspectos al personal.
Administración pública	Incremento de ingresos de instituciones públicas	Se estima el aumento en los ingresos de los municipios y otras instituciones públicas por el pago de impuesto.

Tabla 9.2-10 Valoración de impactos de la etapa de cierre/post cierre:

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
Aire	Purificación del aire	El polvo en el aire puede afectar las comunidades aledañas, ocasionando problemas de salud-en este caso se utiliza el método de los Costos de Salud. También, los gases pueden ocasionar algún tipo de impacto sobre la biodiversidad en el área cercana al proyecto-en este caso, habrá que determinar el valor de dicha biodiversidad (según los usos

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
		actuales y potenciales). Muchas veces, para el caso de biodiversidad se considera como valor económico el costo de mantenimiento del ecosistema-o sea, aunque se desconozca el valor toral de la biodiversidad en una hectárea, se puede al menos estimar el costo de mantener la salud del ecosistema en la misma hectárea.
Suelos	Disminución de la erosión	Pérdida de suelo en áreas de intervención. Establecer puntos de medición permanente
Suelos	Recuperación de suelos contaminados	Se estima un periodo para la recuperación de los posibles suelos contaminados.
Agua superficial	Contaminación de agua superficial por aceite, grasas e hidrocarburos	Cambios en los flujos de caudales (min. Y máx.) Por consumo, desvíos, presas, entre otros, afectando la geomorfología del cauce, usos consuntivos, al medio biológico acuático y valores culturales ribereños.
Agua superficial	Recuperación de aguas superficiales contaminadas	Cambios en los flujos de caudales (min. Y máx.) Por consumo, desvíos, presas, entre otros, afectando la geomorfología del cauce, usos consuntivos, al medio biológico acuático y valores culturales ribereños.

Elemento	Descripción del Impacto	Enfoque y técnica de valoración económica
Agua subterránea	Contaminación de aguas superficial por aceites, grasas e hidrocarburos	Se contamina el agua subterránea por fuentes superficiales (conjunto de subindicadores). Medir en diferentes pozos dentro y fuera del área de influencia
Agua subterránea	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos	
Capacitación y empleo	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	Se realizarán capacitaciones en diversos aspectos al personal.

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A. 2014

Para considerar el tiempo necesario para recuperar el bosque hasta un estado similar al original, se ha ampliado el flujo a 15 años, tomando en cuenta esta premisa y estimando los recursos necesarios para un mantenimiento del mismo.

La valoración monetaria ha tomado en consideración la línea base con respecto a la situación antes del proyecto, verificando las hectáreas afectadas y aumentando los estimados para una recuperación efectiva de las afectaciones en las diferentes etapas del proyecto.

Se ha revisado la valoración económica de acuerdo a la línea base asumiendo los costos para recuperación de las afectaciones sin considerar costos evitados, por lo cual se incluyen en los gastos las medidas de prevención y conservación estimadas.

Se ha incluido en el Análisis de Costo-Beneficio los costos de la inversión como se detallan en las tablas adjuntas.

Se describe la metodología utilizada para la valoración de las externalidades sociales y ambientales en el punto 11.1.1 y se les agrega un peso a la misma en la estimación de los costos como se detalla en las premisas de las tablas adjuntas.

Se ha utilizado la matriz de referencia para la construcción del flujo de fondos solicitado.

SNC·LAVALIN

MCQSA

Análisis Costo/Beneficio

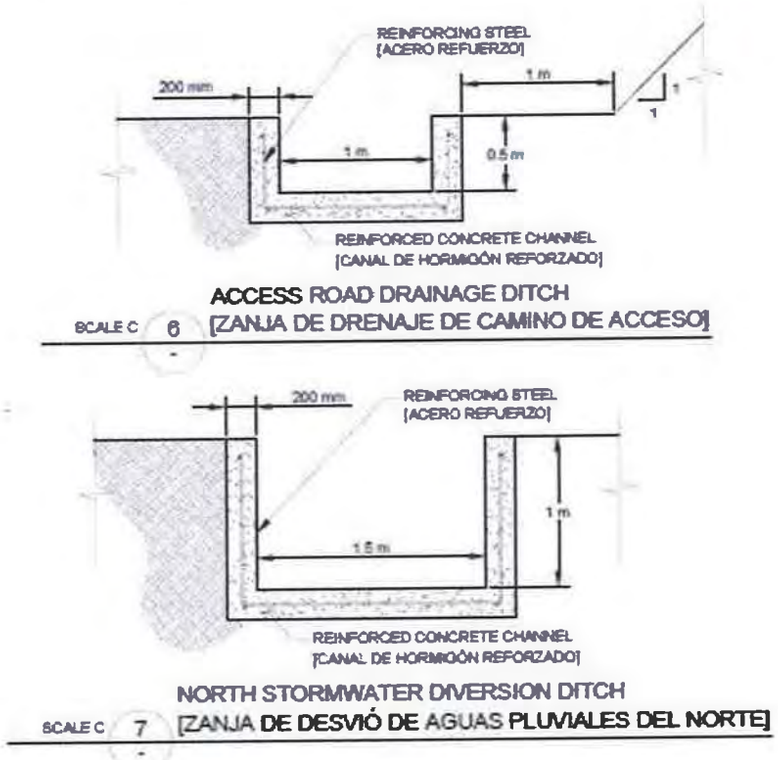
PROYECTO: MINERA CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO, CAT III

BENEFICIOS/COSTOS	Años														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	En Miles de Balboas															
1. BENEFICIOS																
1.1. Ingresos por venta de productos o servicios		100.470	100.470	100.470	100.470	100.470										
1.2 Beneficios por impactos sociales positivos (generación de empleo local)		75	75	75	75	75	75	25	25	25	13	13	13	13	13	13
1.3 Beneficios por impactos ambientales positivos (Incremento de la capacitación y competitividad del personal)		50	50	50	50	50	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25
1.4 Beneficios por impactos ambientales positivos (mejoras en carreteras, recuperación de aguas subterráneas y superficiales contaminadas)																
1.5 Otros Beneficios (%) Aumento de ingresos para el Municipio y otras instituciones públicas locales):		20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
2. COSTOS																
2.1 Costos de inversión	30.742															
2.2 Costos de operación		2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.500	1.500	1.500	500	500	500	500	500	500	500
2.3 Costos de mantenimiento		3.894	3.894	3.894	3.894	3.894	4.500	4.500	4.500	500	500	500	500	500	500	500
2.4 Costos de la gestión ambiental		166	50	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-
2.5 Costos por impactos ambientales negativos (desgaste de carreteras, pérdida de cobertura vegetal, contaminación de fuentes de aguas superficiales, erosión, incremento de concentración de material particulado, contaminación de aguas subterráneas por materiales peligrosos)		7.500	7.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000							
2.6 Costos por impactos sociales negativos (afectaciones a la salud, pérdida de puestos de trabajos, pérdida de capacidades adquiridas)								2.500	150							
2.7 Imprevistos (%)		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
FLUJO NETO ECONÓMICO	(30.742)	86.835	86.805	91.501	91.501	91.501	(7.975)	(8.025)	(8.025)	(1.075)	(988)	(988)	(988)	(988)	(988)	(988)
		14.060	13.944	8.444	8.444	8.444	8.050	8.050	8.050	1.050	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

2.4 EN LA PAGINA 5-61 EN EL PUNTO 5.4.2.2.3. SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS PLUVIALES SE INDICA "PARA CAPTURAR Y LLEVAR LA ESCORRENTIA DE LOS CORTES DE LA SUPERFICIE REQUERIDA PARA CONSTRUIR EL CAMINO DE ACCESO PERIMETRAL DEL HLF, SE CONSTRUIRAN UNAS ZANJAS PEQUENAS DE DESVIO A LO LARGO DEL BORDE DEL CAMINO DE ACCESO. EL CANAL DE DESVIO NORTE ESTA DISEÑADO PARA LLEVAR ADECUADAMENTE LA ESCORRENTIA GENERADA DE UN EVENTO DE TORMENTA DE 100 AÑOS, 24 HORAS. EL CANAL CONSISTIRA EN UN CANAL DE FORMA "U" FORRADO CON CONCRETO. EL CANAL TENDRA PAREDES VERTICALES Y UN FONDO PLANO FORRADOS CON CONCRETO PARA EL FACIL MANTENIMIENTO Y LA REMOCIÓN DE SEDIMENTOS". ACLARAR SI LOS CANALES A CONSTRUIR SON EN "U" O "RECTANGULARES" YA QUE LA DESCRIPCION DADA CORRESPONDE A UN CANAL "RECTANGULAR" Y NO EN "U".

El patio de lixiviación (HLF) requerirá canales de desvío de aguas pluviales a lo largo del camino de acceso perimetral norte para capturar escorrentía de las áreas de captación gradiente arriba. Para capturar y llevar la escorrentía, se construirán unas zanjas pequeñas de desvío lo largo del borde el camino de acceso. El canal de desvío norte está diseñado para llevar adecuadamente la escorrentía generada de un evento de tormenta de 25 años, 24 horas. El canal consistirá en un canal RECTANGULAR en forma "U" forrado con concreto. El canal tendrá paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto para el fácil mantenimiento y la remoción de sedimentos. El canal será de 1m de profundidad y de 1.5 m de ancho y proporciona un mínimo de 15 cm del margen libre. La Figura 2-2 muestra las especificaciones de dicho canal y en la misma se puede apreciar los detalles del canal RECTANGULAR en forma de U.

Figura 2-2: Diseño conceptual de canales de drenaje del HLF



Fuente: Estudio de Pre -Factibilidad de Patio de Lixiviación

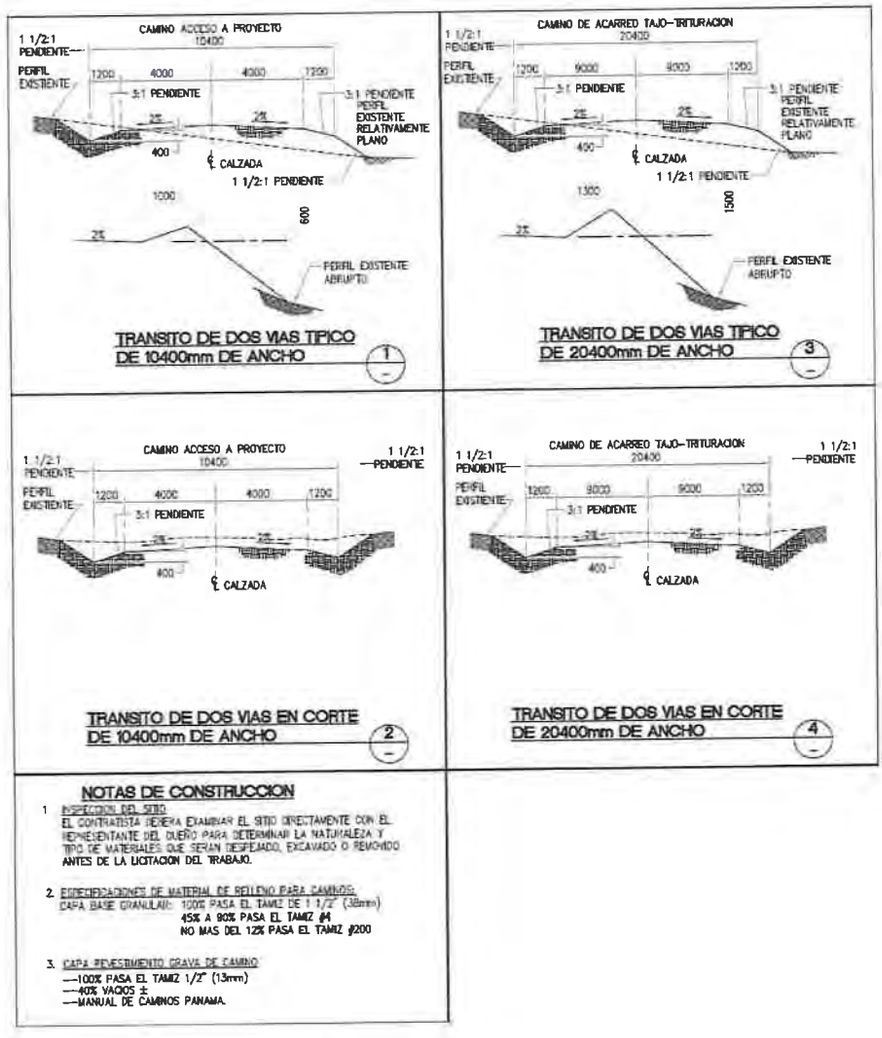
2.5 PRESENTAR LOS DETALLES DEL AREA DE RODADURA DE LAS CALLES INTERNAS A CONSTRUIR, CON SUS RESPECTIVAS DIMENSIONES Y MATERIALES A UTILIZAR

Se tienen contempladas cuatro tipos de caminos con secciones de camino típicas para el proyecto Cerro Quema, la figura 2-3 muestra las dimensiones y condiciones de cada sección de camino y materiales a utilizar.

Figura 2-3: Secciones de los caminos internos, Proyecto Minero Cerro Quema

SNC·LAVALIN

MCQSA

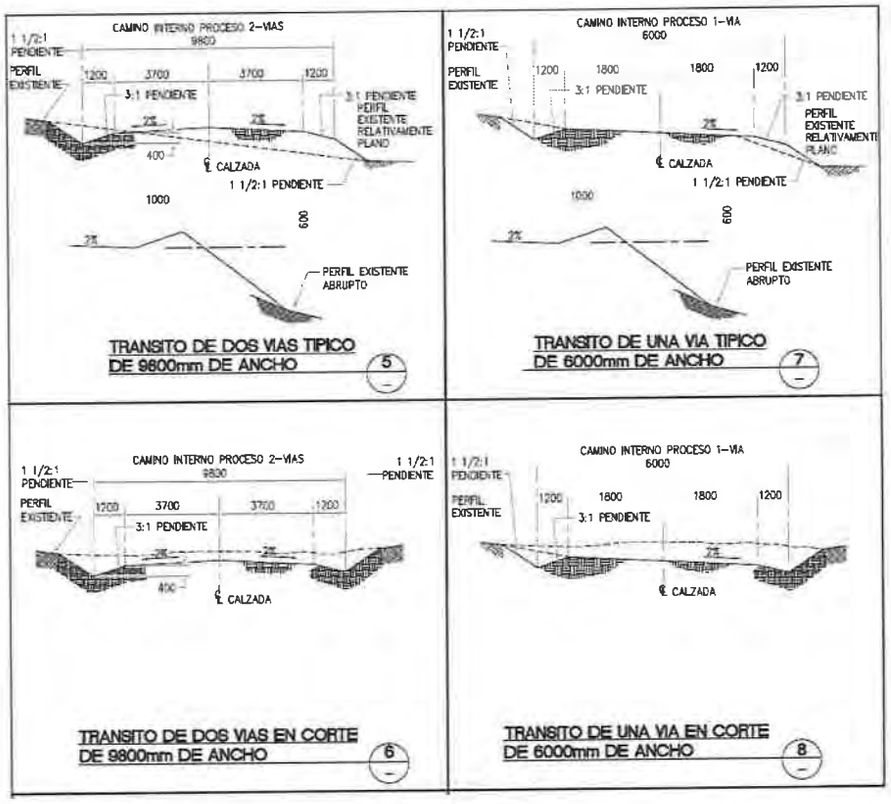


NOTAS DE CONSTRUCCION

1. INSPECCION DEL SITIO
   EL CONTRATISTA DEBERA EXAMINAR EL SITIO DIRECTAMENTE CON EL REPRESENTANTE DEL DUEÑO PARA DETERMINAR LA NATURALEZA Y TIPO DE MATERIALES QUE SERAN DESPEJADO, EXCAVADO O REMOVIDO ANTES DE LA LICITACION DEL TRABAJO.

2. ESPECIFICACIONES DE MATERIAL DE RELLENO PARA CAMINOS:
   CAPA BASE GRANULAR: 100% PASA EL TAMIZ DE 1 1/2" (38mm)
   45% A 90% PASA EL TAMIZ #4
   NO MAS DEL 12% PASA EL TAMIZ #200

3. CAPA REVESTIMIENTO GRAVA DE CAMINO
   —100% PASA EL TAMIZ 1/2" (13mm)
   —40% VACIOS ±
   —MANUAL DE CAMINOS PANAMA.



Fuente: KCA, 2016.

Los caminos de acceso tendrán las siguientes características:

- Sección Tipo 1.- Esta sección corresponde al camino de acceso principal al proyecto Cerro Quema, este camino comunicara al proyecto desde la Carretera Nacional pavimentada Macaracas-Tonosí y tiene una longitud aproximada de 7 kilómetros. El ancho total del camino es de 10.40 metros con pendiente transversal del 2%, una base de material granular y un revestimiento final de grava típico para todos los caminos del proyecto.
- Sección Tipo 2.- Es la misma sección típica de la Sección 1 pero en condición 100% en corte, mostrando cunetas en ambos lados de la sección del camino.
- Sección Tipo 3.- Para el acarreo del mineral del tajo a la planta de trituración se ha contemplado una sección típica de camino con un ancho de operación de 18.00 metros y un ancho de calzada de 20.40 metros. El ancho del camino ha sido diseñado para que camiones de 50 toneladas de marco rígido (CAT C733) puedan circulas en dos vías de manera segura, con pendiente longitudinal máxima del 10% y transversal del 2%. Para los tramos con cambios bruscos en topografía en condición de relleno se ha contemplado construir bermas de seguridad de 1.50 metros de altura.
- Sección Tipo 4.- Es la misma sección típica de la Sección 3 pero en condición 100% en corte mostrando cunetas en ambos lados de la sección del camino.

- Sección Tipo 5.- Camino de una sola vía, este tipo de camino conecta a ciertas áreas de la mina y/o planta de proceso donde el flujo vehicular muy bajo y no se requiere un camino de dos vías. Este tipo de camino principalmente es para el servicio de operación y mantenimiento.
- Sección Tipo 6.- Es la misma sección típica de la Sección 5 pero en condición 100% en corte mostrando cunetas en ambos lados de la sección del camino.
- Sección Tipo 7.- Camino de dos vías, este tipo de camino será el que conecte a todas las áreas principales del proyecto y donde se prevé que habrá más flujo vehicular ya sea de suministro de consumibles, administración, operación y mantenimiento.
- Sección Tipo 8.- Es la misma sección típica de la Sección 7 pero en condición 100% en corte mostrando cunetas en ambos lados de la sección del camino.

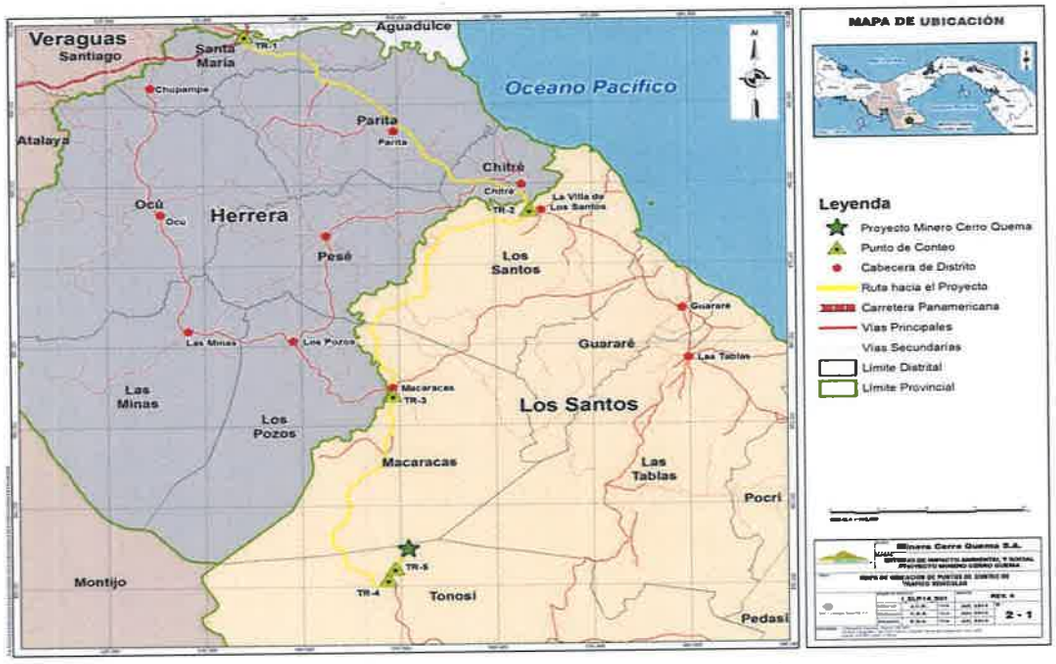
Todos los caminos de acceso y operación serán de terracería con base granular compacta y acabado final de revestimiento, favor de leer las notas de construcción en la figura 2-3. En todos los caminos se controlará la emisión de polvo a base de irrigación con agua recuperada.

2.6 EXPLICAR LAS RESPONSABILIDADES DEL PROMOTOR CON RESPECTO A LAS POSIBLES AFECTACIONES A LAS VIAS DE CARRETERA ASFALTICA QUE VAN A UTILIZARSE PARA ACCEDER AL PROYECTO, SABIENDO QUE LAS MISMAS SON NUEVAS, ADEMAS DE LOS CAMINOS ALEDAÑOS Y ALTERNOS (PUBLICOS) LOS CUALES SON DE RODADURA DE TERRACERIA. ACLARAR CUAL SERA LA PRINCIPAL VIA A UTILIZAR COMO RUTA DE ACCESO PARA EL PROYECTO.

El Proyecto Minero Cerro Quema se localiza dentro de la Península de Azuero entre los Distritos de Tonosí y Macaracas, en la Provincia de Los Santos, aproximadamente a 45 kilómetros (km) al suroeste de la ciudad de Chitré y a casi 250 km por carretera de la Ciudad de Panamá. La ruta seleccionada como acceso hacia el área del Proyecto se muestra en la Figura 2-4. Se prevé que los insumos y productos que se requieran y produzcan en el Proyecto, serán transportados vía terrestre, a través de las siguientes carreteras que pertenecen a la vía nacional:

- Carretera Panamericana;
- Vía Doctor Belisario Porras (iniciando en el Desvío Divisa);
- Entrada de San Agustín por la Villa de Los Santos Vía Tonosí (Carretera hacia Macaracas);
- Carretera Llano de Piedra hacia Tonosí.

Figura 2-4: Ruta seleccionada como acceso al Proyecto



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Durante el periodo de construcción, la ruta será utilizada para transportar las maquinarias y equipos de construcción necesarios para el desarrollo de esta etapa. Se prevé que el transporte de estos equipos dure dos semanas. Una vez entregados los equipos en el área del proyecto, el transito será interno. Los equipos y maquinarla pesada solo transitara dentro del área del proyecto, ya que en dentro de la misma se ubicaran los campamentos y talleres necesarios para resguardar estos equipos. Por lo tanto no existirá tráfico continuo de estos equipos por las calles o caminos aledaños públicos, por lo que no se prevé un daño a la carpeta asfáltica de los mismos. De igual forma, una vez se inicie el cierre del proyecto, se estima que el transporte de equipos y maquinarla fuera del área del proyecto tendrá una duración de dos semanas. Durante la etapa de operación, el tránsito de equipos y maquinarais será a través de los caminos internos del proyecto. En la siguiente figura se puede observar la entrada hacia el Proyecto, el cual se hará a través de un camino secundario el cual es mantenido por Minera Cerro Quema S.A, el cual da acceso directo hacia el área de proyecto.

Figura 2-5: Camino de acceso al Proyecto



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Como se mencionó anteriormente, la ruta de acceso al proyecto a través de vías nacionales serán utilizadas para que los que los insumos y productos que se requieran y produzcan en el Proyecto sean transportados. Al mencionar insumos y productos, se hacer referencia a transporte de materiales, insumos para la construcción y operación, no así maquinarla o equipos. En la sección 8.6 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, se detalla a través de un estudio de tráfico, la escogencia de las rutas y se incluyen las proyecciones de tráfico necesarias. Este estudio de tráfico se anexa a este documento como Anexo 3.3.

También en el Capítulo 5 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, punto 5.5.1.4.2 Acceso general al proyecto, se detallan los accesos y vías a utilizar.

2.7 SEÑALAR CUALES SON LAS ESPECIES VEGETATIVAS QUE SE UTILIZARAN PARA EL CONTROL DE LA EROSION Y SEDIMENTACION Y LA METODOLOGIA O TECNICA QUE SE APLICARA PARA LA REVEGETACION.

Las especies vegetativas que se utilizaran en las diferentes etapas del proyecto para el control de le erosión y sedimentación serán:

- *Chrysopogon zizanioides*
- *Brachiaria* sp.

Figura 2-6: Especies utilizadas para actividades de revegetación



Fuente: Minera Cerro Quema S.A, 2015.

Se realizarán siembras con el objetivo de conseguir una buena cobertura de herbáceas sobre las superficies afectadas producto de las acciones erosivas y de sedimentación, en un corto plazo, favoreciendo así la estabilización de los taludes creados, regeneración del suelo y la integración visual.

Las especies herbáceas elegidas reúnen las siguientes condiciones:

- Rápida instalación
- Perennidad alta
- Fertilidad alta
- Sistema radical fornido y profundo para la contención y resistencia a la sequía
- Rusticidad elevada, buena adaptabilidad en suelos brutos y compactos

MCQSA, cuenta con dos máquinas para aplicar matrices orgánicas de manera hidráulica por lo que se ha proyectado la hidrosiembra como técnica para el desarrollo de las actividades de revegetación en el proyecto.

Figura 2-7: Maquina para hidrosiembra en el Proyecto.



Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2015.

En la mezcla se utilizarán semillas de las especies mencionadas y se aplicarán en los taludes creados en el Proyecto y en zonas propensas a deslizamientos. La metodología propuesta será la siguiente:

- Preparación del Talud. Se debe preparar el talud para que la pendiente que resulte de la instalación de las capas de matriz orgánica, vayan tapizando el talud generado con acceso a las banquetas desde donde se instalará o/y aplicará el revestimiento de control de erosión, para facilidad de acceso del equipo de instalación. Se nivelaran los taludes y la base, dejando la superficie libre de malezas, vegetación indeseada o adversa, piedras punzantes y raíces superficiales, así como, corregir áreas en los taludes que no estén debidamente graduadas o conformadas o dispuestas para el curso correcto de las labores a realizar.
- Control de Erosión de los taludes finales en relleno. Sobre los taludes en relleno se instalarán Mantas de Control de Erosión tipo Permanente con suelo o matriz orgánica.

Figura 2-8: Instalación de mantas para control de erosión en taludes del Proyecto



Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2015.

- Control de Erosión de los taludes y banquetas finales excavadas en suelo. Para estos taludes y banquetas se debe instalará un revestimiento de Control de Erosión tipo Temporal. Para el revestimiento de Control de Erosión tipo Temporal, se podrá utilizar un Mulch de Matriz Reforzada con Fibras, hidráulicamente aplicado o Mantas de Control de Erosión Tipo Temporal con suelo o matriz orgánica.

Figura 2-9: Trabajos de control de erosión en taludes del Proyecto



Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2015.

- Instalación del Suelo o Matriz Orgánica. Una vez conformados los taludes y terminados los drenajes superficiales, se procederá a aplicar la Matriz Orgánica madura hidráulicamente aplicado. La mezcla (Mulch) con agentes adherentes o la capa de material orgánico deberá aplicarse antes de la instalación de las mantas de Control de Erosión, a fin de crear una capa de suelo que contenga los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vida vegetal, que conserve el grado de humedad requerido para tal propósito y que, bioremedie el suelo existente.

Figura 2-10: Trabajos de control de erosión en taludes del Proyecto



Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2014.

- El mantenimiento se realizará durante las etapas de construcción operación y cierre.

Figura 2-11: Labores de mantenimiento de áreas revegetadas en el Proyecto



Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2015.

2.8 EXPLICAR CUAL SERA EL METODO DE APLICACION DE LA SOLUCION CIANURADA EN LA PILA DE LIXIVIACION Y SEÑALAR CUALES FUERON LAS ALTERNATIVAS EVALUADAS. JUSTIFICAR LA SELECCION DE LA ALTERNATIVA A EMPLEAR EN EL PROYECTO.

En la sección de Anexos del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, dentro del Anexo 3, Reportes Técnicos se incluyó el Estudio de Pre factibilidad del Proyecto. En este documento en su sección 17.6 Aplicación de Solución y Lixiviación, se indica la manera como se aplicara la solución sobre la pila de Lixiviación. A continuación se explica de manera detallada:

2.8.1 Aplicación de solución y lixiviación

La solución estéril llegará al tanque estéril desde las columnas de adsorción. La solución de cianuro de alta consistencia y un anti-incrustante se añadirán al tanque estéril mediante bombas dosificadoras. La solución estéril se bombeará a la pila de lixiviación utilizando una bomba centrífuga horizontal de carcasa dividida. Los coladores se instalarán en el cabezal de solución estéril para minimizar el taponamiento de los aspersores de partículas finas.

El mineral se lixiviará usando una solución diluida de cianuro de sodio aplicada por un sistema de aspersores. Las soluciones de lixiviación se aplicarán a la pila de mineral triturado en una tasa de aplicación nominal de 10 L/h/m^2.

Aspersores de tipo Wobbler (aspersores oscilantes) se utilizarán la mayor parte del año para aplicar la solución de lixiviación para fomentar la evaporación y ayudar al sistema de pilas a mantener el balance de agua. Durante períodos de sequía, la operación puede cambiar al uso de emisores de goteo para minimizar la evaporación si es necesario. La tasa de aplicación nominal de solución cianurada en el patio de lixiviación es de 10 litros/hora/m^2 con un área de lixiviación activa de 58,333 m^2 y un volumen de 700,000 toneladas métricas de mineral. El ciclo de lixiviación es de 70 días por 24 horas/día con una aplicación de solución cianurada de 0.282 gramos NaCN/litro de solución (282 ppm).

La solución de lixiviación de cianuro diluido se filtrará a través del material, disolviendo el oro, y drenará por gravedad a un estanque de solución rica que almacenará la solución antes de su procesamiento posterior.

Una bomba sumergible en el estanque de solución rica bombeará solución al tanque principal de las columnas de carbón. La solución fluirá por gravedad, a través del carbón en las columnas, y de vuelta al tanque estéril.

2.8.2 Alternativas de métodos de aplicación

Respecto a las alternativas para la irrigación de un patio de lixiviación hay varias alternativas de las cuales se listan las más típicas, tales como:

- Tubos de goteo
- Rociadores tipo Wobbler
- Rociadores oscilatorios o de vaivén
- Rociadores de alta tasa de evaporación

De estas opciones se decidió utilizar los tubos de goteo porque minimizan la evaporación en temporada seca y el rociador tipo Wobbler para ayudar a la evaporación en temporada de lluvias.

2.9 ACLARAR SI SE HA CONSIDERADO LA EVENTUAL FORMACION DE VAPORES DE ACIDO CIANHIDRICO EN LA PILA DE LIXIVIACION Y SEÑALAR SI SE IMPLEMENTARA O NO ALGUN TIPO DE CONTROL DE EVAPORACION DE SOLUCION CLANURADA DESDE LA SUPERFICIE DE LA PILA DE LIXIVIACION

Los procesos biológicos, químicos y físicos que afectan a las concentraciones de cianuro en el agua, el suelo y el aire han sido extensamente estudiados durante las dos décadas pasadas, de modo que su comportamiento en el ambiente es bien conocido.

Una de las reacciones más importantes que afectan a la concentración de cianuro libre es la volatilización de HCN, que, al igual que la mayoría de los gases, se separa del agua y escapa al aire. El cianuro libre no es persistente en la mayoría de las aguas superficiales porque el pH de dichas aguas generalmente es de 8, de modo que el HCN se volatiliza y dispersa. La volatilidad del cianuro de hidrógeno y su posterior transformación en compuestos benignos en el aire son importantes porque actúan como un mecanismo natural que controla las concentraciones de cianuro libre en los efluentes residuales y de los procesos en las minas. Los procesos naturales pueden reducir por sí solos a valores muy bajos la concentración de cianuro libre de las soluciones en lugares al aire libre en las instalaciones de producción de oro, tales como estanques para procesamiento y patios de lixiviación, a menudo a niveles por debajo de lo establecido en los reglamentos o incluso por debajo de los límites de detección. El objetivo del Proyecto de lixiviar en patio, es depositar el mineral con contenido de oro sobre superficies de arcilla impermeables cubiertas por geo-membranas sintéticas y someterlo al riego por goteo y/o aspersores con una solución de cianuro en bajas concentraciones. Al ser la solución cianurada diluida, una vez impregnada sobre el patio de lixiviación, las emisiones de HCN que se producen producto de la lixiviación son consideradas no significativas. En la Tabla 2-2, se muestran las emisiones fugitivas estimadas de HCN del Patio de Lixiviación (HLF).

Tabla 2-2: Emisiones fugitivas de HCN del HLF

Fuentes	Area (m^2)	Flujo ($g/m2/s^a$)	Emisiones de HCN	
			Horarias (g/s)	Anuales (ton/ano)
Áreas Activas del HLF	70,000	2.82E-06	0.1977	6.23
Áreas Inactivas del HLF	240,220	1.30E-08	0.0031	0.10

Fuente: Golder Associates, 2015.

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas desde las superficies activas e inactivas del Patio de Lixiviación (HLF). Se ha realizado una modelación que incluye los máximos impactos potenciales de HCN generados por el Proyecto los cuales fueron evaluados utilizando el modelo de dispersión de calidad del aire SCREEN3 de la

EPA, que es un modelo de selección diseñado para predecir concentraciones en el escenario más crítico o desfavorable, considerando la dirección del viento a sotavento y una combinación de condiciones meteorológicas. A partir de este modelo, el cianuro de hidrógeno (HCN) se ha identificado como las emisiones atmosféricas generadas principalmente por las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los lugares sensibles cercanos (receptores) se encuentran dentro de un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del Proyecto.

Los impactos han sido pronosticados a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km. Los resultados obtenidos mediante el modelo indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el Proyecto. Para los impactos de HCN en 1 hora, la concentración aguda de la calidad del aire en el ambiente (AAAC, por sus siglas en inglés) no fue excedido en cualquier distancia a sotavento del Proyecto. Para los impactos anuales de HCN, la concentración total está por debajo de las concentraciones crónicas de la calidad del aire en el ambiente (CAAC, por sus siglas en inglés) a una distancia de 3 km a sotavento. Los umbrales AAAC y CCAA se obtuvieron de las regulaciones del Departamento de Calidad Ambiental del Estado de Arizona, que es una de las varias agencias ambientales estatales de Estados Unidos que requieren evaluación de los parámetros en mención.

Los impactos son insignificantes y se encuentran por debajo de los AAAC y CCAA, como se muestra en la Tabla 2-3. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de este parámetro

Como resultado del modelo desarrollado para el Proyecto, las concentraciones de las emisiones de gases y vapores emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de las concentraciones de HCN sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos. En la Tabla 2-3, se muestran los resultados de la modelación de las emisiones fugitivas de HCN desde el Patio de Lixiviación (HLF). En el anexo 3.8 de este documento se encuentra el reporte sobre las Emisiones Fugitivas de HCN y sus Impactos del Proyecto Cerro Quema.

Tabla 2-3: Emisiones de HCN dirección sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuentes	Area (m^2)	Flujo ($g/m2/s^1$)	Concentración Promedio 1 hora ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración aguda ($\mu g/m^3$)	Concentración Promedio anual ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración crónica ($\mu g/m^3$)
			1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Áreas Activas	70,000	2.82E-06	14.40	5.32	3.08	3900	1.15	0.43	0.25	3.13

Fuentes	Area (m^2)	Flujo (g/m2/s [a])	Concentración Promedio 1 hora ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración aguda ($\mu g/m^3$)	Concentración Promedio anual ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración crónica ($\mu g/m^3$)
			1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
del HLF										
Áreas Inactivas del HLF	240,220	1.30E-08	0.14	0.58	0.39		0.01	0.05	0.03	

Fuente: Golder Associates, 2015.

Los máximos impactos presentados en las tablas 2-3 han sido pronosticados por el modelo de dispersión atmosférica de detección, son muy conservadores. Un modelo más refinado y recomendado por la EPA como es el AERMOD, requerirá por lo menos datos meteorológicos de un año registrados en la locación del Proyecto. Este proceso de modelamiento se encuentra actualmente en marcha para generar impactos refinados e isopletas de concentración. Los resultados de este modelamiento más refinado proporcionarán a MCQSA una mejor estimación de las concentraciones de HCN los impactos asociados a las actividades mineras. Estos resultados serán presentados próximamente.

2.10 EN LA PAGINA 5-1 EN EL MAPA DE FACILIDADES MINERAS PRINCIPALES, SE SEÑALAN LAS FACILIDADES AUXILLARES Y LAS FACILIDADES DEL PROCESO DE LIXIVIACION. ACLARAR CUALES SON LAS FACILIDADES AUXILLARES Y LAS FACILIDADES DEL PROCESO DE LIXIVLACION CON QUE CONTARA EL PROYECTO.

A continuación se detallan los componentes de cada facilidad:

- Proceso de lixiviación
  - Drenajes
  - Plataforma ADR
  - Almacén de Reactivos
  - Planta de Tratamiento de Agua Cianurada (Planta Emergencia)
  - Pileta de solución enriquecida
  - Pileta de Solución Pobre
  - Tanque Barren
- Facilidades Auxiliares
  - Trampas de sedimentación
  - Almacenes de explosivos
  - Pozos de agua
  - Tanques de agua
  - Planta de tratamiento de Aguas residuales
  - Planta de tratamiento de Aguas acidas del WRD

2.11 EN LA PAGINA 5-80 EN EL PUNTO 5.4.4.1. INSTALACION DE LIXIVIADOS MARICELA SE INDICA "AL FINAL DEL APILAMIENTO Y LA LIXIVIACIÓN, SE LAVARAN LAS PILAS PARA RETIRAR LOS METALES PRECIOSOS Y EL CIANURO DE SODIO RESIDUALES. LUEGO, EL MINERAL LAVADO DEBERÁ CONSISTIR DE MATERIAL NO PELIGROSO" Y EN LA PAGINA 5-128 EN EL PUNTO 5.6.2.3. RECURSO HUMANO DURANTE EL CIERRE Y POST CIERRE SE INDICA "SE REQUERIRÁN TRES CICLOS DE LAVADO DE LAS PILAS DE LIXIVIACIÓN PARA EXTRAER EL CLANURO DEL MATERLAL Y QUE SE ESTIMA QUE ESTA FASE TOME UN PERIODO DE 2.3 AÑOS. SEÑALAR QUE CRITERIO SE UTILIZARÍA Y CUÁLES SERÁN LOS PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA DETERMINAR QUE LA PILA DE LIXIVIACIÓN HA QUEDADO LIMPLA DE CIANURO Y QUE CONSTITUYE MATERLAL NO PELIGROSO.

El periodo de lavado de 2.3 años fue seleccionado en base a experiencias pasadas con tipos de mineral similares. El periodo de 2.3 años es el tiempo aproximado necesario para lavar la plataforma de lixiviación con un volumen de solución equivalente a tres veces el volumen de la humedad en el mineral saturado

Este tiempo es sólo una estimación. El tiempo real se determinaría empíricamente mediante el análisis de la solución real de drenaje desde la parte inferior de la pila para el cianuro. El lavado continuaría hasta que la solución de drenaje cumpla con los estándares de calidad de agua requeridos. El estándar más importante de calidad del agua es el cianuro WAD, el cual debe ser cumplido en forma consistente con la regulación PR351. Normalmente el cianuro o un compuesto de cianuro, son requeridos para disolver metales a valores de pH neutros o ligeramente alcalinos. Otros parámetros de calidad del agua, incluyendo los metales (Cu, Fe, Zn) en solución, pueden analizarse en función a las regulaciones gubernamentales.

La solución de drenaje de la parte inferior de la pila probablemente se ensayó en el sitio para la mayor parte del proceso. Al principio del proceso de lavado, el cianuro puede ser monitoreado usando una simple titulación de cianuro. Cuando el grado de la solución de cianuro de drenaje se encuentre cerca de la norma de calidad de agua, un aparato de destilación en el lugar podría ser usado para determinar el grado WAD CN ya sea de acuerdo con el procedimiento ASTM D 2036-98 (Método de Ensayo C) u otro método equivalente.

El proceso de lavado continuaría hasta que en el lugar el personal estime que este completo o cerca de su finalización. En conclusión, las muestras duplicadas de la solución de drenaje podrían analizarse en su punto fuera del sitio como un laboratorio ambiental independiente certificado para verificar los resultados de cianuro WAD.

2.12 EXPLICAR LA NECESIDAD O NO DE IMPLEMENTAR CONTROL DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DESDE LA SUPERFICIE DE LA PILA DE LIXIVIACIÓN EN LAS ETAPAS DE OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE.

2.12.1 *Operación:*

El proceso de lixiviación en Patios, se lleva a cabo bombeando la solución estéril a la pila de lixiviación utilizando una bomba centrífuga horizontal de carcasa dividida. Los coladores se instalarán en el cabezal de solución estéril para minimizar el taponamiento de los aspersores de partículas finas.

El mineral se lixiviará usando una solución diluida de cianuro de sodio aplicada por un sistema de aspersores. Las soluciones de lixiviación se aplicarán a la pila de mineral triturado en una tasa de aplicación nominal de 10 L/h/m^2.

Aspersores de tipo Wobbler (aspersores oscilantes) se utilizarán la mayor parte del año para aplicar la solución de lixiviación para fomentar la evaporación y ayudar al sistema de pilas a mantener el balance de agua. Durante períodos de sequía, la operación puede cambiar al uso de emisores de goteo para minimizar la evaporación si es necesario. Por lo tanto durante la operación el Patio de Lixiviación (HLF), se mantendrá húmedo siempre, por lo que no se prevé dispersión de material particulado por viento.

2.12.2 *Cierre y Post Cierre:*

En la sección 5.4.4.1 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, punto 5.4.4.1 se indica las operaciones de Cierre y Post Cierre del HLF. A continuación se explica en detalle el proceso:

Se anticipa que al final del apilamiento y la lixiviación, se lavarán las pilas para retirar los metales preciosos y el cianuro de sodio residuales. Luego, el mineral lavado deberá consistir de material no peligroso. Se anticipa que durante la lixiviación activa después del cese del apilamiento de materiales y durante el lavado se deberá tratar el agua acumulada en el sistema de piletas y la misma se descargará en la Quebrada Maricela. El tratamiento y descarga de aguas excedentes continuarán durante este periodo.

El post cierre propuesto del recubrimiento de El HLF consiste de un revestimiento de capa superficial o de un compuesto de capa superficial/suelo, capaz de sustentar la vegetación local y que tenga una permeabilidad baja, para reducir las filtraciones en la pila. El revestimiento será colocado sobre la pila entera, incluyendo los taludes, las banquetas y la plataforma superior (cresta). Este sistema de recubrimiento reducirá las filtraciones en las pilas minimizará la erosión y sedimentación potenciales del suelo en la Quebrada Maricela. Se anticipa que la infiltración a través del recubrimiento será analizada en diseños

futuros para desarrollar un diseño más detallado del recubrimiento de los sistemas de manejo de las aguas post-cierre.

Al final del proceso de lavado e instalación del recubrimiento, la escorrentía superficial del agua superficial del cierre del HLF será considerada como agua no contaminada. Se realizarán pruebas durante la operación para determinar la calidad del agua que se espera de El HLF después del cierre. Se anticipa que esta agua tendrá un nivel de calidad aceptable que permita su vertido directo en ella.

Como se describe, el cierre del HLF se realizará lavando las pilas de lixiviación por lo que el HLF permanecerá húmedo. Una vez se haya terminado el proceso de lavado, se procederá a recubrir el HLF con una capa *superficial o de un compuesto de capa superficial/suelo.* Por lo tanto en todas las etapas el HLF permanecerá húmedo para luego ser recubierto, por lo que no se prevé dispersión de material particulado por viento.

2.13 EXPLICAR LA NECESIDAD O NO DE IMPLEMENTAR CONTROL DE EMISIÓN DE MATERLAL PARTICULADO DESDE LOS TAJOS EN LAS ETAPAS DE OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE.

2.13.1 *Operación*

En el Capitulo 5, Descripción del Proyecto del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro se detallan las operaciones mineras.

La extracción minera tanto en el Tajo La Pava como en el Tajo Quemita, se ha subdividido en fases de extracción que serán desarrolladas de manera secuencial. Durante la etapa de operación, el tramo superior de los tajos se ubicará en una topografía inclinada y por lo tanto, consistirá tanto de cortes de carreteras y rellenos de tierra. La parte inferior del camino de los Tajos consistirá en una gran rampa construida con material de desecho del pre-desbroce de los mismos. Los tajos serán minados a manera de banquetas, las cuales servirán al mismo tiempo como caminos. Durante la fase de operación estos caminos se rosearan con agua tal y como se enuncia en el Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA, se deberá humedecer los caminos de acarreo y áreas expuestas al material particulado en época seca (diciembre a abril aproximadamente) o durante largos períodos sin lluvia en la estación lluviosa.

2.13.2 Cierre y Post Cierre

En la sección 5.4.4.3 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro se detallan las operaciones de cierre y post cierre de los tajos.

Las paredes del tajo abierto estarán recubiertas en arcilla. La base del tajo abierto se detendrá en la roca ligeramente meteorizada de manera de que el sulfuro subyacente, y las rocas potencialmente generadoras de ácido, no sean expuestos. En las zonas accesibles, los bancos de la parte superior serán re perfilados con el fin de hacerlos más anchos y más planos. La pendiente de la parte superior del tajo abierto será revegetada para minimizar la erosión.

La capa superficial del suelo y el suelo superficial, removidos durante el desarrollo del tajo abierto, serán almacenados durante la operación para su uso posterior durante el cierre. El suelo superficial se utilizará para cubrir y re-nivelar la superficie alterada, tal como el sitio de procesos y el depósito de material estéril. La capa superficial del suelo se utilizará como una capa superior para promover la revegetación de las áreas alteradas. Con estas medidas no se prevé dispersión de material particulado por viento.

2.14 EXPLICAR LA NECESIDAD O NO DE IMPLEMENTAR CONTROL DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DESDE EL DEPOSITO DE ROCA ESTERIL EN LAS ETAPAS DE OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE.

2.14.1 *Operación*

Durante operación las rocas de desecho que se depositan son de tamaño grande, por lo tanto no hay partículas de menor tamaño que puedan generar emisiones de polvo fugitivo. Por otro lado la operación de WRD considera un cierre progresivo es decir que áreas dentro del WRD se irán cubriendo material arcilloso y topsoil sobre las porciones que ya no se usaran.

El depósito de roca estéril será sometido a la recuperación continua así como las áreas de disposición a alcanzar su vida útil. Estas se cubrirán con un sistema de cobertura de tierra, lo que redundará en una mayor reducción de las emisiones de partículas fugitivas de las áreas de volcado de roca estéril. Durante el cierre y el post cierre, la mayor parte o toda el área del depósito de desmonte estará cubiertos y no se prevé polvo fugitivo que se generen

2.14.2 *Cierre*

En las secciones 5.4.4.2 y 5.4.4.4 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro se detallan las operaciones de cierre y post del WRD.

El depósito de material estéril será construido utilizando el método de abajo hacia arriba, lo que permitirá el cierre progresivo de este; las cimas y pendientes laterales de los sucesivos levantamientos del depósito serán cubiertos con arcilla para promover la escorrentía y minimizar la infiltración, y serán sembrados y luego dejados para revegetar naturalmente al término de

la deposición. Algún tipo de nivelación puede ser necesario al final del cierre para lograr la pendiente y el drenaje deseados. Además, las áreas niveladas serán cubiertas con arcilla, sembradas y luego dejadas para que revegeten naturalmente

El cierre progresivo incluirá la nivelación de las banquetas para colocar un revestimiento sobre los taludes el vertedero y las banquetas, a medida que se desarrolla la WRD, luego sobre la cresta del vertedero tras el cierre de la mina. El revestimiento propuesto para el WRD consiste de una capa superficial o compuesto de capa superficial/suelo, capaz de sustentar la vegetación local y que tenga una baja permeabilidad para reducir la infiltración hacia el vertedero subyacente. Con estas medidas no se prevé dispersión de material particulado por viento ya que el WRD estará recubierto.

2.15 PRESENTAR UN ESTUDIO HIDRÁULICO EN EL CUAL SE DEMUESTRE SI EXISTE O NO LA POSIBILIDAD DE VINCULACIÓN HIDRÁULICA ENTRE LOS TAJOS MINEROS Y LOS MANANTLALES CERCANOS Y EL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA ZONA, Y SI EL PROYECTO PRODUCE O NO ALGÚN TIPO DE AFECTACIÓN A DICHOS MANANTLALES Y AL AGUA SUBTERRÁNEA.

Según estudios de P&I, Golder, KCA 2014, se determinó que no se espera interceptar nivel de agua subterránea en la zona de los tajos La Pava y Quema, hasta el final de su etapa de minado. Por otro lado en la línea de base no se ha encontrado manantiales o flujos subterráneos por debajo del fondo proyectado de los tajos. Por lo tanto no se espera interceptar ningún manantial o cuerpo de agua subterránea durante la construcción de los tajos. Se continuará con el monitoreo del agua subterránea.

Durante la operación se implementará un sistema de manejo de aguas y captura de filtraciones producto de las precipitaciones dentro de los tajos. El análisis de filtraciones se realizará en función de un modelo hidrogeológico el cual se desarrollará durante el Plan Integral de Manejo de Aguas para el Proyecto Cerro Quema. Este modelo permitirá predecir la cantidad y dirección de estos flujos subterráneos que serán interceptados y canalizados dentro de los tajos.

El agua de infiltración interceptada y colectada dentro de los tajos se tratará en caso de ser necesario para cumplir con la normativa de calidad de agua y se devolverá al curso natural aguas abajo de los tajos. Las cantidades de infiltraciones a manejar, tratar en caso de ser necesario y compensar serán evaluadas dentro del modelo de balance de aguas el cual será también incluido dentro del Plan Integral de Manejo de Aguas para el Proyecto Cerro Quema.

El Plan Integral de Manejo de Aguas se adjunta como anexo 3.5 de este documento.

2.16 PRESENTAR ESTUDIOS TÉCNICOS QUE CONFIRMEN O DESCARTEN LA NECESIDAD DE IMPERMEABILIZAR O NO LA BASE DEL DEPÓSITO DE MATERIALES ESTÉRILES.

El depósito de material estéril (WRD) pretende minimizar la perturbación de la huella del Proyecto, por lo mismo se usará material estéril para la construcción de caminos y rampas de acceso, plataforma de facilidades mineras y de procesamiento. En las secciones 5.4.2.3.2 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro se detallan la metodología de revestimiento del WRD, y en las Sección de Anexos, Anexo 3, Reportes Técnicos se encuentra el Estudio de Pre factibilidad del Patio de Lixiviación y Depósito de Roca Estéril Chontal, los cuales sustentan técnicamente sus diseños.

Se instalarán subdrenajes en los drenajes primarios del WRD, para recoger y transportar agua de manantial hacia el drenaje natural, más allá de la punta norte del WRD. Se espera que el agua colectada en los subdrenajes sea de calidad suficiente para descargarla directamente a la Quebrada Chontal existente. Los subdrenajes reducirán el contacto del agua de manantial con la roca estéril para prevenir el desarrollo de presiones de poro en el Depósito como requisito para la estabilidad de taludes del área del Depósito. Los subdrenajes serán desarrollados sobre-excavando cualquier tipo de suelos débiles, *para luego colocarlos y rodearlos con una tubería perforada con grava gruesa y durable y con un geotextil no tejido*, por lo tanto la base del WRD estará debidamente revestida.

En el anexo 3.4 de este documento se incluye el Estudio de Pre factibilidad del HLF y WRD.

2.17 LA FIGURA 5.4-7 MUESTRA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN EN LA PLATAFORMA DE FACILIDADES MINERAS Y PRÓXIMA AL TAJO LA PAVA. NO OBSTANTE, NO SE DESCRIBE EN EL TEXTO DEL CAPÍTULO ESTE TEMA NI LOS CRITERIOS APLICADOS PARA LA SELECCION DEL SITIO DE UBICACION DE LA PLANTA TRITURADORA. EXPLICAR CUÁL FUE EL CRITERIO APLICADO PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN Y COMO SERÁ EL SISTEMA DE TRITURACIÓN DE ROCA. DESCRIBIR LOS MECANISMOS QUE SE APLICARAN PARA EL CONTROL DE EMISIONES DE POLVO Y RUIDOS PRODUCIDOS POR LA PLANTA DE TRITURACIÓN.

El Proyecto tiene contemplado en su proceso, un sistema de trituración de roca del mineral extraído de tajo, el cual después de triturado será depositado en la pila de lixiviación.

La planta de trituración consta de dos etapas, trituración Primaria y Secundaria. En la etapa de trituración primaria se recibirá el mineral desde el tajo por medio de camiones de 40 y 50 toneladas métricas de capacidad, estos camiones descargaran en una tolva que tiene la capacidad de 100 toneladas métricas.

Debajo de la tolva se contara con una banda alimentadora de placas que moverá el mineral a un alimentador grizzly vibratorio con aberturas de 130mm, el mineral que exceda el tamaño permitido por el alimentador grizzly será triturado por la trituradora de quijadas primaria. El tamaño producto de la trituradora de quijadas será de 132mm y se combinará con el mineral de menor tamaño que paso por el alimentador grizzly y se descargará en el transportador de descarga de la trituradora primaria que alimenta la tolva de alimentación de la criba secundaria.

El alimentador de banda de mineral cribado secundario, alimentara roca triturada primaria a una criba vibratoria secundaria. La criba secundaria cribara material hasta 70mm. El material más grande será triturado por la trituradora de cono secundaria. El tamaño del producto de la trituradora secundaria será de 32mm y se combinará con el material cribado de menor tamaño, este producto se descargará al apilador de la pila de mineral triturado que alimenta al sistema de apilamiento en el patio de lixiviación.

La planta de trituración contara con un sistema de supresión de polvos por medio de un sistema de nebulizadores que se instalaran en la tolva de alimentación y demás puntos de la planta donde hay descargas de mineral entre equipos y bandas transportadoras. El sistema será alimentado con agua desde el tanque de agua principal del proyecto.

Ubicación de la planta de trituración

Se contemplaron varias ubicaciones posibles de la planta de trituración, una de las propuestas iniciales era colocar la planta al Este de la plataforma existente y otra propuesta fue al sur de la plataforma existente. Del punto de vista de operación estas dos propuestas eran factibles pero el ara de perturbación al medio ambiente era considerable dado que se tenía que cortar un área arbolada.

Se logró ubicar la planta de trituración al Sur-Oeste de la plataforma existente en un área donde la perturbación es mínima dado que ya existe un área sin árboles donde se acomoda toda la planta de trituración y también la ventaja de colocar la banda transportadora a un lado del camino de acceso existente a la plataforma también existente, lo que también reduce el impacto de perturbación al área arbolada de la Quebrada Seca.

Las actividades de trituración de materiales se llevaran a cabo con roca humedecida, ya que una de las medidas indicadas es la de realizar la trituración incluyendo agua. Es decir con material humedecido. Por lo tanto no se prevén emisiones de polvo.

En cuanto a las medidas de contención de ruido, el equipo escogido será una planta de trituración hidráulica, la cual estará recubierta de barreras de contención

de ruido, lo que disminuye la generación de ruido. En la figura 2-12 se muestra un ejemplo de la contención seleccionada.

Figura 2-12: Medida de contención de ruido, barreras acústicas.



Fuente MCQSA, 2016.

2.18 EN LA PAGINA 5-141 EN EL PUNTO 5.7.4.3. TRATAMIENTO DE AGUA CIANURADA DE PROCESO SE INDICA 'EL AGUA TRATADA SERÁ DESCARGADA POR GRAVEDAD EN LA QUEBRADA MARICELA. "LA PLANTA DE TRATAMIENTO SERÁ CAPAZ DE TRATAR HASTA 300 M^3/HORA". INDICAR CUÁL SERÍA LA CALIDAD DEL AGUA TRATADA QUE SE VOLCARÍA A LA QUEBRADA MARICELA Y EL VALOR ESPERADO PARA LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICO DEL VERTIDO Y MECANISMOS QUE SE IMPLEMENTARAN PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL VERTIDO. INDICAR CUÁL ES EL CAUDAL MÁXIMO MENSUAL DE DESCARGA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y EL CAUDAL MEDIO MENSUAL DEL AFLUENTE RECEPTOR DE LA DESCARGA.

Agua tratada a descargar a la Quebrada Maricela.

Año promedio

El HLF se diseñó para ser una instalación de cero descargas durante las condiciones climáticas promedio anual. Con base en los volúmenes de almacenamiento del estanque presentados en la sección anterior, durante condiciones climáticas promedio anual, no se necesitará más agua de reposición. Se emplean técnicas de evaporación mejoradas durante la condición climática promedio anual de la temporada húmeda para evaporar el exceso de fluido del estanque almacenado en los estanques de proceso para evitar no requerir el tratamiento de agua.

Al final de la estación seca (de enero a abril) el estanque para eventos estará vacío y acumulará el exceso de solución de la pila de lixiviación por lluvia durante la temporada de lluvias (de mayo a diciembre). Un volumen máximo de 239,400 m^3 de agua se almacenará en el estanque para eventos al final de temporada de

lluvias. El agua almacenada se utilizará en la corriente del proceso durante la estación seca. No se requerirá el tratamiento de agua durante la condición climática promedio anual.

Se emplearán técnicas de evaporación mejoradas durante la estación húmeda para reducir el exceso de agua en el estanque para eventos. La colocación de evaporadores flotantes de emisor de rocío dentro del estanque para eventos e irrigación de tipo oscilante en la pila de lixiviación aumentará la evaporación durante la estación seca. Durante la operación de la Fase 1, la evaporación mejorada será constante durante todo el año en alrededor de 22 m³/h. Durante la Fase 2, la evaporación mejorada variará a lo largo del año en rangos hasta una tasa de evaporación máxima de 25 m³/h durante la estación húmeda.

Año húmedo

Durante las condiciones climáticas más húmedas que el promedio, se puede emplear el tratamiento del agua para tratar y descargar el exceso de agua a medida que sea necesario para mantener los volúmenes de almacenamiento de diseño. Sólo se requerirán el tratamiento y descarga de agua en condiciones climáticas más húmedas que el promedio anual. Durante la condición climática húmeda de 1 en 100 años, incluso con evaporación mejorada, se requerirá tratamiento de agua todos los meses del año. Los caudales aproximados de tratamiento de agua oscilan entre cero en marzo y abril hasta 65 m³/hr en noviembre, con un promedio aproximado de 32 m³/h.

Durante las operaciones, se requerirá un seguimiento temprano y frecuente del volumen de almacenamiento del estanque para determinar cuándo se requiere el tratamiento de agua. El exceso de agua en el estanque para eventos reduce la capacidad de almacenamiento del sistema durante grandes tormentas. Además de tratamiento de agua, se emplearán técnicas de evaporación mejoradas durante el año para reducir aún más el exceso de agua.

El proceso para la destrucción del Cianuro es el método Inco SO2-Aire, este método es ampliamente utilizado para la remoción de Cianuro en efluentes. El sistema de destrucción de Cianuro contemplado en el proyecto Cerro Quema tendrá la capacidad de tratar 300 m3/hr de solución, donde se espera que la solución a la entrada del sistema contenga una cantidad de WAD CN de 25ppm y un valor de salida de concentración de Cianuro de 0.2ppm. Los metales serán removidos para tener un valor de salida <1 mg/L.

El mecanismo para el control de calidad del efluente consiste en un paquete de control automático con la instrumentación adecuada para el control de las variables del proceso para garantizar el control de calidad en el vertido de agua y el consumo de reactivos.

2.19 EN LA PAGINA 5-140 EN EL PUNTO 75.7.3. GASEOSOS SE INDICA "EN EL CASO DE LA REFINERÍA EL MANEJO DE LAS EMISIONES SE HARÁ DE ACUERDO A LA NORMATIVA PANAMEÑA Y QUE LA CAPTACIÓN DE POLVOS SE REALIZARA MEDLANTE LA INSTALACIÓN DE FILTROS DE MANGA (DUST COLECTORS)". EXPLICAR CUÁLES SON LAS EMISIONES GASEOSAS QUE SE ESPERAN DEL PROCESO DE REFINERÍA Y LOS MECANISMOS QUE SE PROPONEN PARA SU ATENUACIÓN Y/O CAPTACIÓN.

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro incluye en la Sección de Anexos de Calidad de Aire y Ruido el Informe de Modelación de Emisiones del Horno de Fundición, en el que se indican las emisiones esperadas. La tabla 2-4 muestra dichas emisiones estimadas a través del modelo de emisiones presentado.

Tabla 2-4: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema

Distancia de la Fuente (m)	Conc. de PTS ($\mu g/m^3$)	Conc. de Gases NO_x y SO_2 ($\mu g/m^3$)
500	2.64	2.42
1000	1.28	2.38
1500	0.54	0.89
2000	0.50	0.70
2500	0.25	0.35
3000	0.17	0.26
555	3.44 (concentración máxima)	—
611	—	7.32 (concentración máxima)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas en el proceso de refinado. Se ha realizado una modelación que incluye los máximos impactos potenciales de Hg generados por el Proyecto los cuales fueron evaluados utilizando el modelo de dispersión de calidad del aire SCREEN3 de la EPA, que es un modelo de selección diseñado para predecir concentraciones en el escenario más crítico o desfavorable, considerando la dirección del viento a sotavento y una combinación de condiciones meteorológicas. A partir de este modelo, las emisiones de mercurio se han identificado como las emisiones atmosféricas generadas principalmente por las operaciones de refinación de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los lugares sensibles cercanos (receptores) se encuentran dentro de un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del Proyecto.

Los impactos han sido pronosticados a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km. Los resultados obtenidos mediante el modelo indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el Proyecto. Para los impactos en 1 hora, la concentración aguda de la calidad del aire en el ambiente (AAAC, por sus siglas en inglés) no fue excedido en cualquier distancia a sotavento del Proyecto. Para los impactos anuales, la concentración total está por debajo de las concentraciones crónicas de la calidad del aire en el

ambiente (CAAC, por sus siglas en inglés) a una distancia de 3 km a sotavento. Los umbrales AAAC y CCAA se obtuvieron de las regulaciones del Departamento de Calidad Ambiental del Estado de Arizona, que es una de las varias agencias ambientales estatales de Estados Unidos que requieren evaluación de los parámetros en mención.

Los impactos de Hg son insignificantes y se encuentran por debajo de los AAAC y CCAA, como se muestra en la Tabla 2-5. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de este parámetro

Tabla 2-5: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema

Fuentes	Emisiones horarias (g/s)	Concentración Promedio 1 hora (µg/m³) a sotavento			Concentración aguda (µg/m³)	Concentración Promedio anual (µg/m³) a sotavento			Concentración crónica (µg/m³)
		1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Horno de Fundición	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03	1,000	4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	0.313

Fuente: Golder Associates, 2015.

En relación al funcionamiento del horno de fundición, se aplicarán las siguientes medidas enunciadas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro:

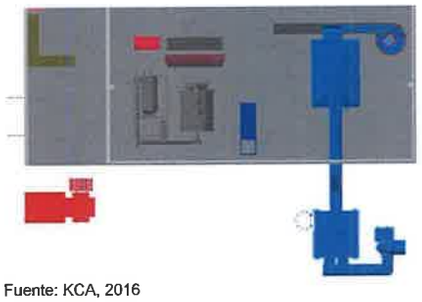
- Las emisiones producto de la fundición de material serán controladas a través de filtros de manga;
- El horno de fundición funcionará sólo cuatro veces a la semana durante cuatro horas cada vez, minimizando la operación a 16 horas por semana;
- Las cenizas generadas durante el proceso de fundición serán acopladas en recipientes debidamente señalizados como material peligroso.
- Realizar la verificación anual de las emisiones provenientes del horno de fundición

2.20 EXPLICAR SI SE HA CONSIDERADO O DESCARTADO SISTEMAS PARA LA CAPTACIÓN DE GASES Y/O HUMOS EN EL PROCESO DE RECUPERACIÓN FUNDICIÓN. EN CASO DE HABERLOS DESCARTADO EXPLICAR Y JUSTIFICAR LAS RAZONES DE DICHA DECISIÓN.

En el proceso de recuperación del oro se producirán gases en el horno de fundición que serán extraídos por medio de una campana que está colocada por encima del horno de fundición y esa campana estará conectada por medio de ductos metálicos a un sistema de filtros de manga que está ubicado fuera del edificio de refinería. Este sistema de filtros está diseñado para filtrar los gases calientes y eliminar partículas antes de liberar el aire a la atmosfera. Las partículas retenidas por los filtros se depositarán automáticamente en un contenedor incluido

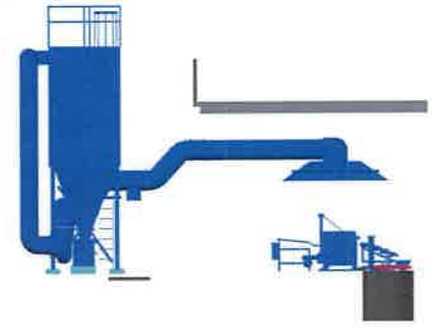
en el sistema de filtros. A continuación se muestran los esquemas conceptuales del horno de fundición y la configuración del sistema de recuperación de gases.

Figura 2-13: Planta general del horno de fundición



Fuente: KCA, 2016

Figura 2-14: Sistema de recuperación de gases



Fuente: KCA, 2016

2.21 INCLUIR UNA TABLA SÍNTESIS CON LA CUANTIFICACIÓN ANUAL DE LAS PRINCIPALES INSUMOS/PRODUCTOS/SUBPRODUCTOS DEL PROYECTO QUE INCLUYA: CONSUMO DE AGUA CRUDA A LO LARGO DE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE (M^3/AÑO) INDICANDO LA PROCEDENCIA DEL AGUA CRUDA EN CADA ETAPA DEL PROYECTO. CONSUMO DE CIANURO A LO LARGO DE TODA LA ETAPA DE OPERACIÓN (TON/AÑO). ENVASES DE CIANURO QUE SERÁN ENVIADOS A DISPOSICIÓN FINAL (NO. ENVASES/AÑO) INDICANDO EL TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS ENVASES, VUELCO DE EFLUENTES A QUEBRADAS (M^3/AÑO) INDICANDO LA CALIDAD ESPERADA DEL VERTIDO EN CADA PUNTO DE VUELCO, INGRESO O EGRESO DE CAMIONES AL PROYECTO (NO. CAMIONES/DÍA) INDICANDO LA RUTA DE TRANSPORTE, PRODUCCIÓN DE ROCA MINERALIZADA (TON/AÑO), PRODUCCIÓN DE ROCA ESTÉRIL (TON/AÑO), PRODUCCIÓN DE ORO (KG/AÑO), PAGO DE CANON O REGALÍAS AL GOBIERNO (USD/AÑO).

2.21.1 *Consumo de agua*

Tabla 2-6: Consumo de agua cruda en Proyecto Minero Cerro Quema

Agua	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Consumo (m^3/año)	20.1 m3/hora	176,000 m3/año 700 m3/hora	6,132,000 m3/año 700 m3/hora en el ciclo de

			lavado del patio, duración del ciclo es de 2.3 años
Procedencia	Pozos	Pileta de Solución Rica y de Excesos	Pileta de Solución Rica y de Excesos

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Se suministrará agua cruda mediante dos pozos ubicados aproximadamente a 1.1 km al norte y noroeste de la plataforma de facilidades mineras, a una elevación entre 192 a 195 msnm sobre la Quebrada Chontal. Se probaron los pozos y tienen una capacidad de equilibrio de 27.5 m^3/h aproximadamente. Ambos pozos serán acondicionados con una bomba capaz de producir a aproximadamente 200 m de carga hidráulica.

Se almacenará el agua cruda en un tanque de 762 m^3 ubicado aproximadamente a 600 m al sur-sureste de la plataforma minera, cerca del camino de acceso a La Pava, a una elevación de 480 msnm. El tanque estará dividido mediante tubería interna en una reserva de agua de 549 m^3 para la mitigación de incendios y una de 213 m^3 para uso en la extracción y el procesamiento.

Tabla 2-7: Consumo de cianuro en Proyecto Minero Cerro Quema

Cianuro	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Consumo (ton/año)		1,300.00	0
Envases de Cianuro enviados a disposición final (envases/año)		Cada súper saco es de una tonelada de capacidad. Por lo tanto se utilizaran 1,300 súper sacos por año	0
Tratamiento y disposición final		MCQSA, se acogerá a las disposiciones que establece el Código Internacional del Cianuro. Por lo tanto, el tratamiento y disposición final será responsabilidad del contratista encargado de suministrar este insumo.	0

*Basado en un consumo estimado para el primer año de operación de 75,000 Kg cada 3 semanas.
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-8: Descarga de efluentes en Proyecto Minero Cerro Quema

Descarga efluentes a quebradas	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Efluentes (m^3/año)	*Durante la fase de construcción se habilitaran 30 baños portátiles para tratar los desechos de una población máxima de 300 personas dentro del sitio. Semanalmente los baños portátiles serán limpiados por una empresa especializada y autorizada	**Aguas residuales domésticas: 191,625 m^3/año ***Drenaje de agua acida del WRD caudal 134,028 (m^3/año). ****Planta de tratamiento de Agua de Proceso: 2,628,000 m^3/año	**Aguas residuales domésticas: 38,325 m^3/año ***Drenaje de agua acida del WRD caudal 115,632 (m^3/año). ****Planta de tratamiento de Agua de Proceso: 0 m^3/año

Descarga efluentes a quebradas	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Punto de descarga		Aguas residuales domesticas: Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la Quebrada Chontal cumpliendo con los parámetros de la COPANIT 35-2000, previo control de calidad por parte de MCQSA DAR: Quebrada Chontal PTAR Procesos: Quebrada Maricela	Aguas residuales domesticas: Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la Quebrada Chontal cumpliendo con los parámetros de la COPANIT 35-2000, previo control de calidad por parte de MCQSA DAR: Quebrada Chontal PTAR Procesos: Quebrada Maricela

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

*Durante construcción no se contemplan descargas

** La operación del Proyecto implicará la generación de aguas residuales domésticas en un volumen aproximado de 3.5 m^3/d (considerando una tasa de generación de 35 lt/persona/día y 150 empleados como promedio). Durante la etapa de cierre se estima que el consumo disminuya ya que durante esa etapa el personal estimado será de 30 personas.

*** La planta de tratamiento de aguas ácidas recibirá el agua de la poza de recolección de DAR, donde será tratada y clarificada antes de su descarga al ambiente. La descarga del efluente tratado será conducida a un canal en la Quebrada Chontal, previo control de calidad por parte de MCQSA. Esta planta entraría en funcionamiento al inicio del acoplamiento de material de roca estéril en el depósito. El flujo durante operación se basa en el año máximo de producción con una flujo de 15.3 m^3/hora y durante las actividades de cierre un flujo de 13.2 m^3/hora.

**** La planta de tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3/hora. Se espera que la planta no se requiera durante las condiciones climáticas de años promedio cuando la extracción y apilamiento de mineral está activo.

La Tabla 5.7-1 incluida en la sección 5.7.4.3 Tratamiento de agua cianurada de proceso del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro muestra los caudales de dicha PTAR, a continuación se presenta nuevamente.

Tabla 2-9: Tasas de flujo de la PTAR de aguas de Proceso, Proyecto Minero Cerro Quema

Mes	Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas (m^3/hrs)[1]	
	Fase 1 Operaciones	Fase 2 Operaciones
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	4.5
Mayo	0.0	10.2
Junio	29.6	35.6
Julio	30.7	40.8

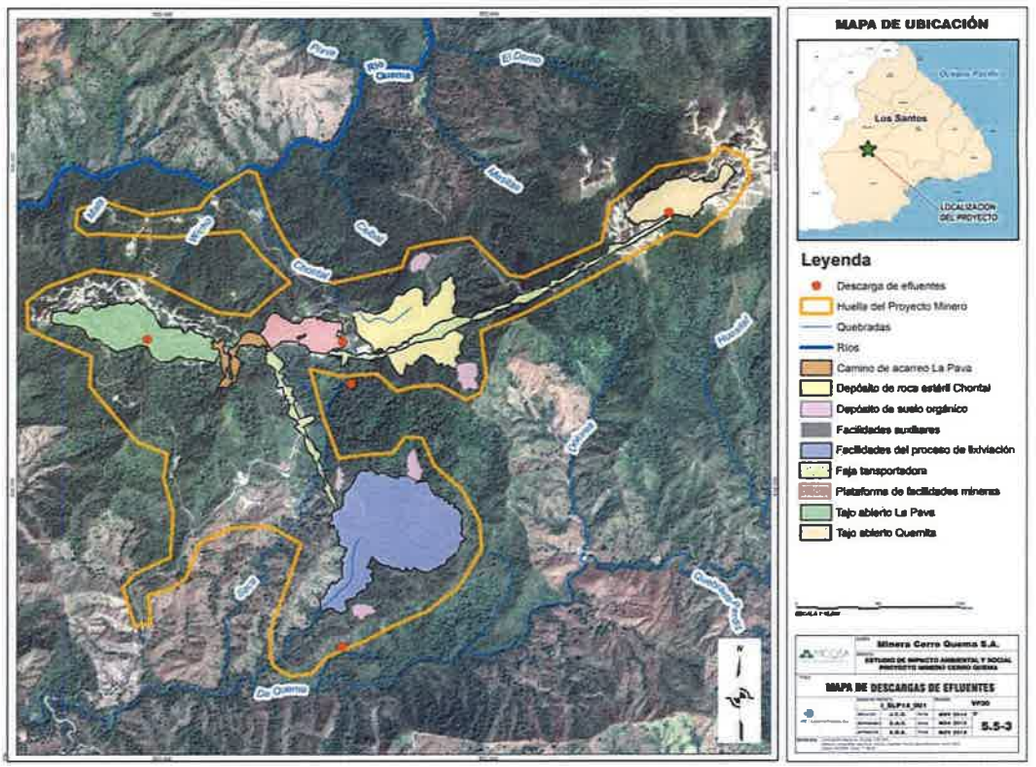
Mes	Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas (m^3/hrs)[1]	
	Fase 1 Operaciones	Fase 2 Operaciones
Agosto	28.8	42.9
Septiembre	35.0	50.0
Octubre	35.8	50.9
Noviembre	41.0	59.0
Diciembre	31.2	47.1

Nota: [1] Las tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas presentadas son activas solamente mientras exista trabajos de minería y apilamiento y no son válidas para después del apilamiento de enjuague de la pila

Fuente: Informe de Pre-Factibilidad, Golder Associates, 2014.

La figura incluida en la sección 5.7.2 (figura 5.7-1) del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro muestra los sitios de descarga. A continuación se muestran los puntos de descarga:

Figura 2-15: Ubicación de puntos de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-10: Requerimiento de vehículos en Proyecto Minero Cerro Quema

Camiones	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Ingresos (camiones/día)	En la etapa máxima de construcción se tendrán 3 excavadoras CAT 349E, 1	30 viajes mensuales de vehículos pesados transportando	25 camionetas doble tracción.

Camiones	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
	excavadora CAT 324, 1 niveladora CAT D8T, 1 niveladora CAT D6T, 1 aplanadora a motor CAT 14H, 12 camiones articulados CAT 740B, 2 cisternas articulados TEREX TA30 (25,000 lt), 2 taladros para hoyos de voladura (hoyos de 4" de diámetro). 2 buses y 50 camionetas doble cabina.	principalmente concreto, estructuras de hierro, tuberías, tanques, equipos para montar en las plantas de la mina, insumos varios, materiales peligrosos, entre otros. Cuatro articulados de 40 ton y dos de carrocería rígida de 55 ton. En el año 3 y 4 del Proyecto la flota minera se incrementará a 10 camiones volquetes	
Egresos (camiones/día)	2 buses y 50 camionetas doble cabina.	30 viajes mensuales de vehículos pesados transportando principalmente concreto, estructuras de hierro, tuberías, tanques, equipos para montar en las plantas de la mina, insumos varios, materiales peligrosos, entre otros.	25 camionetas doble tracción.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

En relación a la flora de vehículos, el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro detalla en los puntos 5.5.2.1 Equipos existente, 5.5.2.2 Equipos durante fase de construcción, 5.5.2.2.1 Equipos de construcción, 5.5.2.2.2 Vehículos de transporte de personal, , 5.5.2.2.3 Vehículos pesados, , 5.5.2.3 Equipos durante fase de operación, 5.5.2.3.1 Flota minera, , 5.5.2.3.2 Equipos soporte, detallan de manera específica los requerimientos durante las fases del proyecto. Para mayor detalle se incluye el listado de equipos incluido en la sección 5 del estudio y el gráfico de requerimiento de equipos volquete por año.

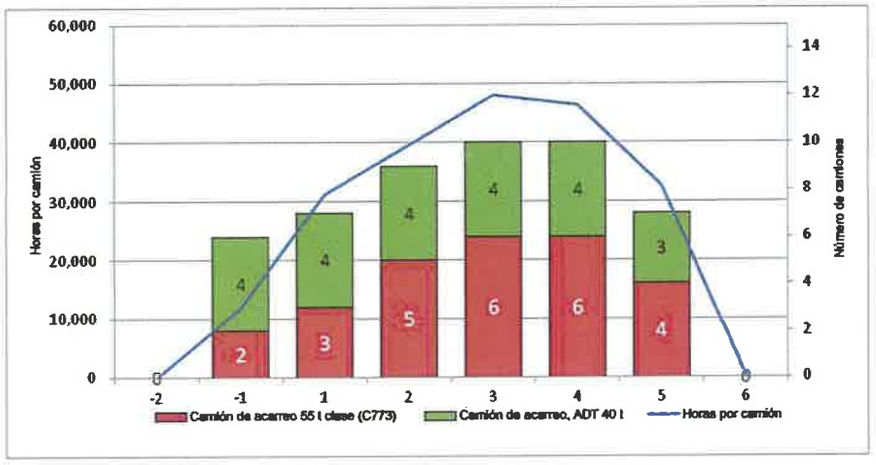
Tabla 2-11: Listado de equipos mineros y de soporte

EQUIPO / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Taladro, 100 mm (montado sobre orugas y de cabezal alto)	1	2	2	2	2	2
Camión de atacadura, 15 t	1	1	1	1	1	1
Transporte para detonadores	1	1	1	1	1	1
Pala Hidráulica de 6.5 m3	1	1	1	1	1	1
Cargador de Ruedas 7 m3	1	1	1	1	1	1
Camión minero articulado 40 ton	4	4	4	4	4	3
Camión minero rígido 55 ton (CAT 773)	2	3	5	6	6	4
Van/Bus para el personal	1	1	1	1	1	1
Cama baja con grúa (alquilada)	-	-	-	-	-	-

EQUIPO / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Niveladora D8	2	2	2	2	2	2
Camión de Soldadura	1	1	1	1	1	1
Excavadora, 2 m3 (Cat 336E)	1	1	1	1	1	1
Camión de Combustible	1	1	1	1	1	1
Aplanadora (Cat1 clase 4H) Cuchilla de 14'	1	1	1	1	1	1
Planta de Iluminación	4	4	4	4	4	4
Camión de lubricante	1	1	1	1	1	1
Camión mecánico	1	1	1	1	1	1
Camión Pickup	6	6	6	6	6	6
Bombas de agua para los tajos	2	2	2	2	2	2
Cargador de rueda 4 m3 (C966)	1	1	1	1	1	1
Camión cisterna (40ton 9000 gal)	1	1	1	1	1	1
Grúa, Grove 40T (alquilada)	-	-	-	-	-	-

Fuente: Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

Gráfico 2-1: Requerimiento de camiones volquete por año



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-12: Producción de roca

Producción	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
producción de roca mineralizada (ton/año),		3.6 millones ton. de mineral por año 10,000 ton. De mineral por día	0 millones ton. de mineral por año
producción de roca estéril (ton/año)		5.14 millones de ton de mineral estéril por año	0 millones ton. de mineral por año
producción de oro (kg/año)		78,800 onzas/año *0.0029824 kg/año	0 onzas/año

*1 onza equivale a 0.0283495 kilogramos

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-13: Pago de regalías

Regalías	Operación

Pago de canon o regalías al gobierno (USD/año).	*Se estima una regalía por Retorno Neto de Fundición del 4.0% al Gobierno de Panamá, lo que equivale a un total de $4,226,478/año.

*Usando los precios de caso base, el actual modelo financiero estima que el valor total del pago de regalías será aproximadamente $21, 132,390 millones de dólares durante la vida útil de la mina. Es importante indicar que los precios del oro son fluctuantes y que este valor es una estimación basado en un precio de oro de USD $1,275/oz.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-14: Tabla síntesis

Agua	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Consumo (m^3/año)	20.1 m^3/hora	176,000 m^3/año 700 m^3/hora	6,132,000 m^3/año 700 m3/hora en el ciclo de lavado del patio, duración del ciclo es de 2.3 años
Procedencia	Pozos	Pileta de Solución Rica y de Excesos	Pileta de Solución Rica y de Excesos
Descarga efluentes a quebradas	Construcción	Operacion	Cierre y Post Cierre
Efluentes (m^3/año)	*Durante la fase de construcción se habilitaran 30 baños portátiles para tratar los desechos de una población máxima de 300 personas dentro del sitio. Semanalmente los baños portátiles serán limpiados por una empresa especializada y autorizada	**Aguas residuales domésticas: 191,625 m^3/año ***Drenaje de agua acida del WRD caudal 134,028 (m^3/año). ****Planta de tratamiento de Agua de Proceso: 2,628,000 m^3/año	**Aguas residuales domésticas: 38,325 m^3/año ***Drenaje de agua acida del WRD caudal 115,632 (m^3/año). ****Planta de tratamiento de Agua de Proceso: 0 m^3/año
Punto de descarga		Aguas residuales domesticas: Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la Quebrada Chontal cumpliendo con los parámetros de la COPANIT 35-2000, previo control de calidad por parte de MCQSA DAR: Quebrada Chontal PTAR Procesos: Quebrada Maricela	Aguas residuales domesticas: Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la Quebrada Chontal cumpliendo con los parámetros de la COPANIT 35-2000, previo control de calidad por parte de MCQSA DAR: Quebrada Chontal PTAR Procesos: Quebrada Maricela
Camiones	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Ingresos (camiones/día)	En la etapa máxima de construcción se tendrán 3 excavadoras CAT 349E, 1 excavadora CAT 324, 1 niveladora CAT D8T, 1 niveladora CAT D6T, 1 aplanadora a motor CAT 14H, 12 camiones articulados CAT 740B, 2 cisternas articulados TEREX TA30 (25,000 lt), 2 taladros para hoyos de voladura (hoyos de 4" de diámetro). 2 buses y 50 camionetas doble cabina.	30 viajes mensuales de vehículos pesados transportando principalmente concreto, estructuras de hierro, tuberías, tanques, equipos para montar en las plantas de la mina, insumos varios, materiales peligrosos, entre otros. Cuatro articulados de 40 ton y dos de carrocería rígida de 55 ton. En el año 3 y 4 del Proyecto la flota minera se incrementará a 10 camiones	25 camionetas doble tracción.

		volquetes	
Egresos (camiones/día)	2 buses y 50 camionetas doble cabina.	30 viajes mensuales de vehículos pesados transportando principalmente concreto, estructuras de hierro, tuberías, tanques, equipos para montar en las plantas de la mina, insumos varios, materiales peligrosos, entre otros.	25 camionetas doble tracción.
Producción	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
producción de roca mineralizada (ton/año),		3.6 millones ton. de mineral por año 10,000 ton. De mineral por día	0 millones ton. de mineral por año
producción de roca estéril (ton/año)		5.14 millones de ton de mineral estéril por año	0 millones ton. de mineral por año
producción de oro (kg/año)		78,800 onzas/año *0.0029824 kg/año	0 onzas/año
Pago de regalías	Construcción	Operación	Cierre y Post Cierre
Pago de canon o regalías al gobierno (USD/año).		Se estima una regalía por Retorno Neto de Fundición del 4.0% al Gobierno de Panamá, lo que equivale a un total de $4,226,478/año.	

2.22 EN LA PAGINA 5-108 EN EL PUNTO 5.5.1.3.5. ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE CIANURO SE INDICA LOS CONTENEDORES DE CIANURO SERÁN DEVUELTOS AL PROVEEDOR O SE DISPONDRÁN EN RELLENOS SANITARIOS ADECUADOS AUTORIZADOS". ACLARAR SI SE TIENE DEFINIDO EL DESTINO FINAL PARA LOS CONTENEDORES DE CIANURO, YA SEA CON DEVOLUCIÓN AL PROVEDOR O CON DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO. EN CASO DE QUE SEA MEDIANTE DISPOSICIÓN EN RELLENO SANITARIO SE DEBERÁ INDICAR CUÁL ES EL RELLENO SANITARIO DONDE SE DISPONDRÍAN ESTOS CONTENEDORES Y PRESENTAR LAS AUTORIZACIONES CORRESPONDIENTES PARA ESTA DISPOSICIÓN.

El Código Internacional de Manejo de Cianuro, el cual se centra en el manejo seguro del cianuro desde su producción, transporte, utilización y tratamiento de los residuos de cianuración, recomienda que los lineamientos que se emplearan para minimizar el mal uso de recipientes que contengan productos de cianuro deben ser separados y rotulados claramente. Los recipientes tienen que ser devueltos al proveedor como primera opción para su reusó.

MCQSA, se acogerá a lo que estipula el Código Internacional del Cianuro, por lo que los envases serán devueltos al proveedor de este insumo para su debida disposición.

2.23 PRESENTAR UNA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM25 QUE PERMITA MOSTRAR LA DIRECCIÓN, EL SENTIDO Y EL ALCANCE (CONCENTRACIONES VS DISTANCIA) DEL IMPACTO DEL MATERIAL PARTICULADO EN LA ATMÓSFERA Y LAS ÁREAS POBLADAS PRÓXIMAS AL PROYECTO, YA QUE LA QUE FUE INCLUIDA EN EL ESTUDIO NO PERMITE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO EN SUS INMEDIACIONES Y A DISTANCIA, ESPECIALMENTE SOBRE ZONAS HABITADAS. LA MODELACIÓN DEBERÁ REALIZARSE PARA DOS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO:

MCQSA ha contratado la elaboración de un modelo de dispersión de aire más refinado para generar isopletas de concentración de PM-10 y PM-2,5. El modelo está siendo generado por una empresa internacional especializada en el desarrollo de modelo de dispersión atmosférica de calidad de aire para minas. Se utiliza el programa especializado AERMOD recomendado por la EPA. Para el desarrollo de esta modelación es necesario introducir data meteorológica horaria histórica de por lo menos 10 años del área de proyecto, información de las operaciones mineras, información de la flota vehicular e información geográfica y georeferenciada del área del proyecto (información capas SIG). El modelo se encuentra en desarrollo y el mismo proporcionará a MCQSA una mejor estimación de las concentraciones de PM-10 y PM-2,5, así como de los impactos máximos asociados la operación minera. Impactos máximos se pronosticaran en las ubicaciones de los receptores sensibles y se comparan con las normas de calidad del aire ambientales. Los resultados de la modelización se presentarán próximamente. En el anexo 3.11 de este documento se encuentra la información contractual con la empresa especializada que sustenta esta respuesta.

También podemos partir del supuesto de que, dado que las emisiones de polvo (PM10 y PM2.5) son directamente proporcionales a la cantidad de movimiento de material, se espera que el año con mayor movimiento de material, resulte en el año con mayor generación de emisiones fugitivas de polvo. Las emisiones también son directamente proporcionales a impactos en la calidad del aire. Por lo tanto, si la mayor cantidad de emisiones se dan en el año de mayor producción, y al mismo tiempo cumpliendo con los límites permisibles y estándares de calidad del aire, sería razonable la conclusión de que todos los demás años de operación también cumplirán con las normas de calidad del aire. Después de que la operación minera se haya completado, no habrá circulaciones de camiones de transporte en superficies que normalmente representa más del 90% de polvo fugitivo total generado por una operación de minería de superficie. Por lo tanto, se espera que el total de emisiones de polvo generadas por las actividades de cierre de minas sean menor que el año la operación con más movimiento de material y también deben cumplir con las normas de calidad del aire. Sin embargo se esperaran los

resultados del modelo para concluir sobre los impactos de las emisiones de material particulado.

2.24 PRESENTAR UNA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA DISPERSIÓN DE GASES Y/O VAPORES QUE PERMITA MOSTRAR LA DIRECCIÓN, EL SENTIDO Y EL ALCANCE (CONCENTRACIONES VS DISTANCIA) DEL IMPACTO DE LOS GASES Y/O VAPORES EN LA ATMÓSFERA Y LAS ÁREAS POBLADAS PRÓXIMAS AL PROYECTO, YA QUE LA QUE FUE INCLUIDA EN EL ESTUDIO NO PERMITE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO EN SUS INMEDIACIONES Y A DISTANCIA, ESPECIALMENTE SOBRE ZONAS HABITADAS. LA MODELACIÓN DEBERÁ REALIZARSE PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN CONSIDERANDO LOS EFECTOS EN PLENA PRODUCCIÓN (AÑO DE MÁXIMO DESARRO LLO DE LA MINA). INCLUIR UN ANÁLISIS COMPLETO DE LA MODELACIÓN, DONDE EMITA OPINIÓN FUNDADA RESPECTO DE LOS ALCANCES DEL PROBLEMA Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro detalla en su sección 6 Línea Base Física, Calidad de aire que el monitoreo de las concentración de gases dispersos en el aire comprende los parámetros de CO, NO2 y SO2. Una modelación de dispersión de emisiones de estos gases fue realizada simulando la operación del horno de fundición. La sección de anexos del mencionado estudio, incluye en su anexo 7 la modelación de las emisiones atmosféricas del horno de fundición que se instalará en el proyecto Minera Cerro Quema. La tabla 2-4 de ese documento muestra dichas emisiones estimadas a través del modelo de emisiones presentado en el EsIA del Proyecto.

Por otro MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una modelación que incluye los máximos impactos potenciales El cianuro de hidrógeno (HCN) y el mercurio (Hg) se han identificado como las emisiones atmosféricas generadas principalmente por las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los lugares sensibles cercanos (receptores) se encuentran dentro de un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del Proyecto.

Los máximos impactos potenciales de HCN y Hg generados por el Proyecto fueron evaluados en el memorando adjunto utilizando el modelo de dispersión de calidad del aire SCREEN3 de la EPA, que es un modelo de selección diseñado para predecir concentraciones en el escenario más crítico o desfavorable, considerando la dirección del viento a sotavento y una combinación de condiciones meteorológicas.

Los impactos han sido pronosticados a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km. Los resultados obtenidos mediante el modelo indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el

Proyecto. Para los impactos de HCN en 1 hora, la concentración aguda de la calidad del aire en el ambiente (AAAC, por sus siglas en inglés) no fue excedido en cualquier distancia a sotavento del Proyecto. Para los impactos anuales de HCN, la concentración total está por debajo de las concentraciones crónicas de la calidad del aire en el ambiente (CAAC, por sus siglas en inglés) a una distancia de 3 km a sotavento. Los umbrales AAAC y CCAA se obtuvieron de las regulaciones del Departamento de Calidad Ambiental del Estado de Arizona, que es una de las varias agencias ambientales estatales de Estados Unidos que requieren evaluación de los parámetros en mención.

Los impactos de Hg del Proyecto son insignificantes y se encuentran por debajo de los AAAC y CCAA. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de este parámetro.

La información de la modelación de gases y vapores se incluye en el anexo 3.8 de este documento. El modelo de dispersión de emisiones presentado en Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro se incluye en el anexo 3.12.

2.25 PRESENTAR UNA MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO CON MAPA DE ISÓFONAS CON CENTRO EN LA HUELLA DEL PROYECTO, QUE MUESTRE EL DECAIMIENTO DEL NIVEL SONORO HASTA LA ZONA POBLADA MÁS PRÓXIMA. INCLUIR EN EL ANÁLISIS DE LA PROPAGACION DE RUIDOS EL TRÁNSITO DE CAMIONES EN LA RUTA DE TRANSPORTE CUANDO ESTA TRANSCURRA POR ZONAS POBLADAS. INCLUIR UN ANÁLISIS COMPLETO DE LA MODELACION, DONDE EMITA OPINIÓN FUNDADA RESPECTO DE LOS ALCANCES DEL PROBLEMA Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos.

Los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía.

La información de la modelación de propagación de ruido se incluye en el anexo 3.7 de este documento.

2.26 EN LA PÁGINA 6.1 -11 EN EL PUNTO 6. 1.2. UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES SE INDICA "... LA MINERALIZACIÓN CONSISTE EN PIRITA DISEMINADA, CALCOPIRITA Y ENARGITA Y STOCKWORKS DE CUARZO, PIRITA. CALCOPIRITA, Y BARITA CON TRAZAS DE GALENA Y BLENDA. EL ORO SE PRODUCE COMO GRANOS MICROSCÓPICOS DISEMINADOS DE ORO NATIVO Y COMO "ORO INVISIBLE" DENTRO DE LA PIRITA, PARTICULARMENTE EN LA ZONA DE ALTERACIÓN SILICEA. LOS MÁS ALTOS GRADOS DE MINERALIZACIÓN DE ORO SE ENCUENTRAN CERCA DE LA SUPERFICIE Y DISMINUYEN HACIA EL MENOR LÍMITE DE LA OXIDACIÓN". LNDICAR CUÁL ES EL RIESGO DE GENERACIÓN DE DRENAJE ACIDO DE ROCA EN EL PROYECTO, COMO CONSECUENCIA DE ESTA MINERALIZACIÓN, CUÁL ES EL GRADO DE SEGREGACIÓN EXISTENTE ENTRE LA ZONA DE ÓXIDOS Y LA ZONA QUE CONTIENE PIRITAS Y SULFUROS DE ORO, CUÁL ES EL RIESGO DE EXPONER ROCAS QUE CONTIENEN PIRITAS O SULFUROS DE ORO DURANTE EL PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE LA ZONA OXIDADA, CUÁL ES LA CAPACIDAD DE NEUTRALIZACIÓN DE LAS ROCAS PRESENTES EN LA ZONA DE EXPLOTACIÓN, CUÁL ES EL RIESGO DE PRODUCIR LIXIVIADO DE METALES A PARTIR DEL CONTACTO DE LAS ROCAS EXPUESTAS CON EL AIRE Y EL AGUA. INDICAR LOS METALES QUE PODRIAN SER LIXIVIADOS.

El WRD será desarrollado usando un enfoque progresivo que combina la construcción con operación que involucra la preparación secuencial del sitio, construcción de los subdrenajes, y el reemplazo de roca estéril.

Un plan de manejo de la roca estéril será implementado durante la operación, para identificar la roca estéril potencialmente generadora de ácidos y/o lixiviación de metales. Si durante la explotación, cierta parte de la roca estéril muestra signos de generación de ácido, entonces la roca problemática será segregada y se colocará en celdas construidas en el centro del depósito de material estéril. Estas celdas serán cubiertas con arcilla antes de la colocación adicional de roca estéril inerte.

Durante las operaciones, la escorrentía del depósito de material estéril será monitoreada para evaluar el potencial de lixiviación de metales de la roca estéril, relaves y ripios. Si la generación de ácido o lixiviación de metales se observa, la escorrentía será recolectada y tratada químicamente para aumentar el pH, y con ello reducir las concentraciones de metales a niveles aceptables para la descarga. Este tratamiento, que sería instalado en la poza de sedimentación, se mantendría en su lugar durante el cierre hasta que la escorrentía pueda ser descargada directamente al medioambiente receptor. Se instalarán subdrenajes en los drenajes primarios del WRD Chontal Superior, para recoger y transportar agua de manantial hacia el drenaje natural, más allá de la punta norte del WRD. Se espera que el agua colectada en los subdrenajes sea de calidad suficiente para descargarla directamente a la Quebrada Chontal existente. Los subdrenajes reducirán el contacto del agua de manantial con la roca estéril para prevenir el desarrollo de presiones de poro en el Depósito como requisito para la estabilidad de taludes del área del Depósito. Los subdrenajes serán desarrollados sobre-

excavando cualquier tipo de suelos débiles, para luego colocarlos y rodearlos con una tubería perforada con grava gruesa y durable y con un geotextil no tejido, por lo tanto la base del WRD estará debidamente revestida.

Para dar mayores sustentos a las medidas anteriormente mencionadas y al Plan de Manejo de Agua del Proyecto se desarrollo un programa de caracterización geoquímica realizado por MCQSA con el fin de determinar el potencial de drenaje ácido de roca (DAR) y de lixiviación de metales (LM) de los estériles y de los ripios de lixiviación del proyecto. Los resultados de las pruebas estáticas de las 51 muestras de estériles indican que el potencial de neutralización de los estériles es generalmente menor que el potencial de generación de ácido, especialmente para la alteración de sílice-arcilla de La Pava, y las alteraciones de sílice y sílice-arcilla de Quemita. De acuerdo con los resultados de las pruebas estáticas realizadas, se espera que los estériles de La Pava y Quemita sean generadores de condiciones ácidas.

Por otro lado, los resultados de las pruebas de lixiviación estáticas indican que la lixiviación de metales podría potencialmente ocurrir – en particular, con respecto al aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso y níquel. La lixiviación de metales tiene el potencial de ocurrir para los estériles con valores de pH ácidos; sin embargo, existe también un potencial de lixiviación de metales (particularmente aluminio y cobre) para los estériles con valores neutros de pH. Adicionalmente, otros metales como el cromo, el plomo, selenio y zinc pueden presentar inconvenientes y deben ser revisados posteriormente dentro de la evaluación de calidad de agua del sitio. La oxidación de sulfuros debería ser mitigada dentro de las áreas de manejo de estériles para reducir el riesgo potencial de lixiviación de metales. Para mayor comprensión, el reporte de Geoquímica de Estériles y Metales del Proyecto Cerro Quema se adjunta en el anexo 3.9 de este documento.

Basado en las investigaciones realizadas, MCQSA a través de Golder Associates, han diseñado opciones de diseño de tratamiento de agua (para mayor comprensión, el reporte de opciones de diseño conceptual para el tratamiento de drenaje ácido de roca se adjunta en el anexo 3.10 de este documento), con base en la eliminación requerida de los seis parámetros que exceden los objetivos de tratamiento. Se determinaron que se requieren dos enfoques de tratamiento: uno para el pH y los metales y uno para el selenio. A continuación de detallan los puntos más importantes del tratamiento:

2.26.1 *Tratamiento de metales y pH*

El enfoque más común para tratar el pH y los cuatro metales de interés es por medio de adición química y precipitación. La precipitación química involucra la

adición de una base a la fuente de agua para aumentar el pH para alcanzar el punto de solubilidad mínima de los constituyentes de interés. El hidróxido de calcio (cal) es un reactivo típico de aguas mineras, debido a que muchas veces ya está en uso en otras partes del sitio de la mina y generalmente es económico. Puede ser posible incorporar soda cáustica al sistema de tratamiento para el ajuste del pH para reducir la generación de lodo, aunque típicamente es más caro y requiere más precauciones de seguridad para su almacenamiento.

La reacción de neutralización resulta en la formación de precipitados sólidos de hidróxidos metales. Esto se conoce como el proceso de lodo de baja densidad (LDS por sus siglas en ingles), o precipitación convencional de cal. El proceso de lodo de alta densidad (HDS por sus siglas en inglés) también es común en las aplicaciones mineras. En una configuración HDS se recicla de regreso una porción pequeña de lodo al proceso para ayudar con la densificación del lodo. Típicamente, esto se usa en situaciones con cargas de mayor contenido de sólidos para disminuir la cantidad de desecho generada. Sin embargo, debido al costo de capital mayor en comparación al LDS, esta aplicación no se considera necesaria. Los sólidos precipitados son eliminados por medio de ya sea el asentamiento por gravedad en un clarificador convencional (que puede ser aumentado por medio de la adición de coagulantes y floculantes poliméricos), o por métodos de filtración (bolsa, cartucho, medio o membrana). Los sólidos separados por clarificación o por pasos de filtración típicamente están desecados más para minimizar el volumen de desecho antes de su eliminación. Se usa comúnmente la filtración por presión (prensa de cinturón o prensa de filtro) como un proceso secundario del manejo de lodo. La importancia de reducir el volumen de lodo es dependiente de la distancia a la instalación de la eliminación de lodo y el costo de la eliminación. En algunos sitios de minas el tratamiento de agua de lodos de cal puede ser eliminado en el sitio en partes de trabajos antiguos o en una instalación de almacenamiento de jales a un costo relativamente bajo. La precipitación de cal forma un lodo generalmente estable y ***no lixiviable*** que es adecuado para su eliminación en un relleno sanitario convencional (o en el sitio de la mina) sin tratamiento adicional o necesidad de aislamiento.

La reacción primaria de precipitación química es típicamente realizada a un pH de 9 a 11 para la mayoría de las aguas afluentes de la minería. El aluminio, cobre, hierro y manganeso generalmente se precipitan dentro de este rango de pH. El aluminio se tiende a precipitar mejor a valores de pH menores, mientras el manganeso prefiere el extremo superior de la gama. Se anticipa la eliminación por debajo de los objetivos de tratamiento para todos los cuatro metales.

Como paso final en el proceso, el pH del agua tratado necesitará ser reajustado de vuelta por lo menos a 9, típicamente con un ácido fuerte de mineral (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico) o por medio de adición de dióxido de carbono (CO2).

2.26.2 *Tratamiento de Selenio*

Para los objetivos de esta evaluación, se ha supuesto que todo el selenio está presente en forma de seleniato, la forma más común encontrada en aplicaciones de minería. El seleniato así como el selenita son removidos dentro de un sistema de precipitación de metales y entonces no pueden ser tratados de la misma manera como los otros metales.

El tratamiento biológico es actualmente una de las tecnologías de eliminación de selenio más comúnmente implementado. Los procesos de tratamiento biológico para la eliminación de selenio generalmente están operados en una configuración de película fija. En un sistema de película fija, se adjuntan microbios a la superficie de un medio de crecimiento. Las tecnologías de película fija están disponibles como sistemas de cama fija o reactores de lecho fluidizado. El agua del sito requerirá la suplementación bio-nutritiva con una fuente de carbono (etanol, metanol o melazas se utilizan comúnmente), una fuente de nitrógeno (urea o amoníaco) y una fuente de fósforo (ácido fosfórico) para la actividad consistente microbiana y el tratamiento eficiente.

Para la eliminación de selenio, el proceso de biotratamiento opera anaeróbicamente; sin embargo, un paso de pulido aeróbico típicamente está incluido para remover nutrientes residuales y re-airear el flujo tratado antes de su descarga al medio ambiente. Si el sulfuro de hidrogeno está presente tendrá que ser removido antes del paso de tratamiento biológico de aireación para prevenir la liberación de sulfuro. Se puede añadir el hierro para unirse al sulfuro de hidrógeno en una forma sólida como el sulfuro férrico.

El selenio biológico opera más eficientemente a temperaturas cálidas en un rango de 60–90°F (15 32°C).

2.27 EN LA PÁGINA 6.1 -11 EN EL PUNTO 6.1.2. UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES SE INDICA "... LA GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL ÁREA DEL PROYECTO SE CARACTERIZA POR UNA RED DE FALLAS PROFUNDAS EMPINADAS CON DIRECCIÓN NOROESTE Y NORESTE Y QUE LA FALLA DEL RÍO JOAQUIN, ES UNA ESTRUCTURA REGIONAL CON DIRECCIÓN ESTE-OESTE, SE UBICA APROXIMADAMENTE ENTRE 1 Y 3 KM AL SUR DE LAS ÁREAS DE LA PAVA Y QUEMITA, RESPECTIVAMENTE'", SIN EMBARGO, LA FIGURA 6.1-2 MAPA DE GEOLOGÍA REGIONAL MUESTRA QUE UNA FALLA (LA CUAL NO SE DETALLA) ATRAVIESA POR EL MEDIO DE LAS FACILIDADES DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI EXISTE ALGUNA FALLA GEOLÓGICA EN EL SITIO DONDE SE ASENTARÁ EL PATIO DE LIXIVIACIÓN Y EL DEPÓSITO DE MATERIAL ESTÉRIL. EN CASO AFIRMATIVO, EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁL ES EL RIESGO QUE SUPONE ESA FALLA PARA LA ESTABILIDAD DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN Y EL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL, CUÁLES SON LOS RIESGOS IDENTIFICADOS PARA LA POBLACION UBICADA EN CERCANÍA DEL PROYECTO EN CASO DE COLAPSO DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN Y EL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL POR EVENTUALES ACTIVIDADES DE LA FALLA GEOLÓGICA Y CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN/COMPENSACIÓN QUE HA PREVISTO EL PROYECTO PARA ATENDER A LA POBLACIÓN QUE PUDIERA SER AFECTADA POR UN EVENTUAL COLAPSO DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN.

2.27.1 *Fallas y geología local*

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro detalla en la sección 6.8 sobre Antecedentes sobre vulnerabilidad frente a amenazas naturales en el área detalla información sobre las fallas que atraviesan el HLF y el WRD y los riesgos de ocurrencia de sismos, a continuación se detallan.

2.27.2 *Fallas*

La Falla de Azuero-Soná es una estructura geológica ubicada en la península de Azuero y es la más prominente. La zona de falla se encuentra a unos 15 km. al suroeste del sitio conocido como patio de lixiviación (HLF).

La falla del río Joaquín fue identificada y trazada por Buchs (2008) basado en la asignación de campos de escala regional e interpretación de imágenes satelitales en pequeña escala. Una definición más detallada de la falla del río Joaquín fue desarrollada por Corral et al., (2011), que asigna a la falla un sentido este-oeste dentro y adyacentes al sitio del proyecto Cerro Quema. La falla es escarpada de inmersión inversa con un desplazamiento vertical mínimo de 300 a 400 m. (lado norte arriba) basado en criterios estratigráficos.

Las observaciones de la falla del río Joaquín a lo largo de un tramo de 3 km., y con observaciones adicionales de geólogos, sugieren que esta falla no puede ser una estructura importante con cantidades significativas de deslizamiento total. De hecho, excepto en quebrada Seca, la falla comprende una amplia zona de fallas relativamente menores y paralelas. Sólo la zona de falla mayor, expuesta en quebrada Seca, sugiere que la falla ha acumulado un deslizamiento significativo.

El trazado de la falla del río Joaquín intercepta el sitio propuesto como vertedero en Chontal y el sitio propuesto para el HLF en Maricela.

2.27.3 *Riesgos*

La falla del río Joaquín y la falla Azuero-Soná identificadas dentro del sitio del proyecto minero no representan un riesgo de ruptura significativa de la falla superficial; debido a que tienen poca o ninguna expresión topográfica. Además, se caracteriza de poseer una limitada continuidad lateral y probablemente se formaron en un régimen tectónico diferente de la actualidad.

2.27.4 *Justificación*

MCQSA, a través de Golder Associates, desarrollaron un Estudio Sísmico del área del proyecto (anexo 3.6 de este documento) y que incluye un análisis probabilístico de peligros sísmicos en los que sus resultados y valores de aceleración espectral indican un nivel moderado de riesgo sísmico para un periodo de retorno de 2,475 años en el sitio del Proyecto. Por otro lado, el análisis geológico indica que la falla del Río Quema probablemente se desarrolló antes del Periodo Paleógeno (66 a 23 Millones de años) porque la Formación Tonosí suprayacente (40 a 15 Ma) aparece no estar deformada por la falla Río Joaquín y plegamiento relacionado (Corral et al., 2011). Por lo tanto, se considera que la falla del Río Joaquín no presenta un peligro de ruptura de superficie de la falla.

Por otro lado, en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro detalla en la sección de anexos en el Estudio de Pre factibilidad del HLF y WRD contiene un análisis de estabilidad del HLF y del WRD evaluando diferentes fallas potenciales las cuales fueron incluidas en el diseño de estas estructuras y concluyen lo siguiente:

Para las condiciones estáticas, los análisis es estabilidad de talud demuestran una estabilidad favorable para las dos instalaciones. Estos análisis indican un riesgo de falla relativamente bajo a lo largo del sistema de recubrimiento de la HLF y para la falla del talud total de la roca estéril en el WRD. Los valores calculados de FS para las condiciones estáticas son superiores del criterio de diseño (FS ≥ 1.40) para las condiciones estables de la talud.

Los análisis de estabilidad para condiciones sísmicas (usando un periodo de retorno para un evento sísmico de 475 años) también demuestran una estabilidad favorable de las dos instalaciones. Los análisis indicaron un riesgo relativamente bajo de falla a lo largo del sistema de recubrimiento de la HLF y para falla del talud total de la roca estéril en el WRD. Los valores calculados de FS para las condiciones sísmicas son superiores del criterio de diseño (FS ≥ 1.05) para las condiciones estables de la talud.

Los análisis indicaron que fallas que se desarrollan a lo largo de la base del sistema de recubrimiento (para la HLF) y las que pasan a través de la altura total de la roca estéril (para el WRD) son el modo de falla crítico para estas instalaciones bajo ambas condiciones estáticas y sísmicas. Para ambas instalaciones, los modos de falla que pasan a través de los materiales de cimentación cedieron valores de FS significativamente más altos que los calculados para los otros modos de falla. Con base en esto, se consideran que las fallas profundas que penetran a la masa de roca debajo de estas instalaciones se consideran ser de muy bajo riesgo de inestabilidad bajo condiciones estáticas y sísmicas.

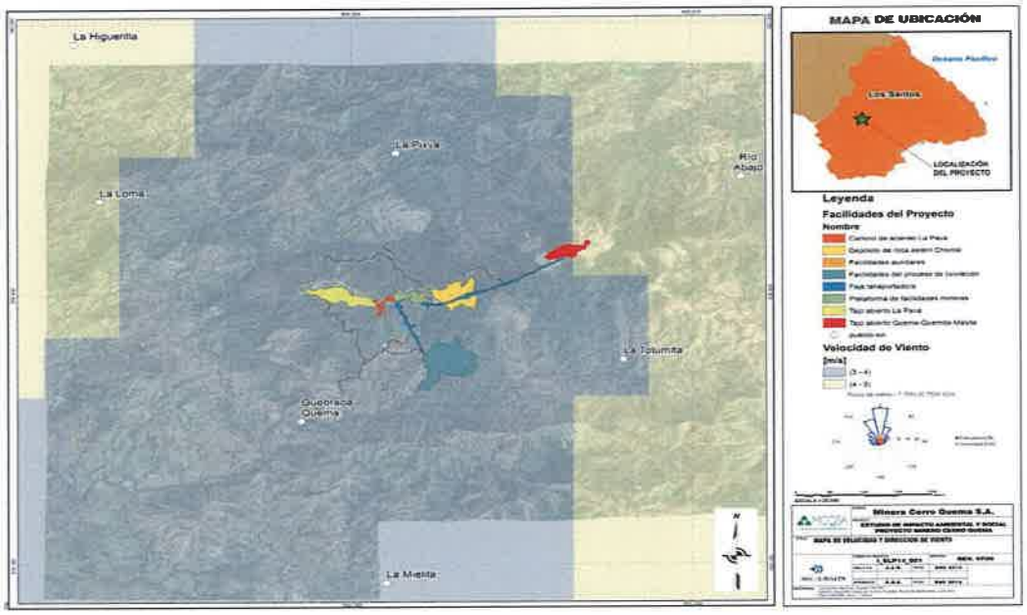
Para mayor detalle se adjuntan a este documento el Estudio de Sísmico del Proyecto Cerro Quema en el anexo 3.6 y el Estudio de Pre factibilidad del HLF y WRD en el anexo 3.4.

Debido a los sustentos técnicos (Estudio Sísmico) que confirman que las fallas que atraviesan las instalaciones presentan un riesgo bajo, se considera que no es necesario implementar medidas de mitigación y compensación producto de una falla del patio de lixiviación. Se considera que las fallas no representan un riesgo significativo para las poblaciones aledañas al Proyecto.

2.28 ACLARA CUÁLES SON LAS DIRECCIONES DE LOS VIENTOS DOMINANTES EN DISTINTOS MOMENTOS DEL AÑO (ÉPOCA SECA Y DE LLUVIAS). ELABORAR UN MAPA DE VIENTOS DOMINANTES SOBRE UNA IMAGEN SATELITAL, DONDE PUEDA VERSE LA HUELLA DEL PROYECTO CON SUS COMPONENTES MÁS IMPORTANTES (TAJOS, ACOPIO DE MATERIAL ESTÉRIL Y PATIO DE LIXIVIACIÓN), LA UBICACIÓN DE LOS POBLADOS MÁS CERCANOS Y LOS VECTORES QUE INDIQUEN DIRECCIÓN, SENTIDO Y MAGNITUD DEL VIENTO DOMINANTE PARA DISTINTOS MOMENTOS DEL AÑO (SE PUEDE ELABORAR UN MAPA PARA CADA MOMENTO). PRESENTAR UN MAPA IGUAL AL ANTERIOR DONDE SE ANALICE EL MOVIMIENTO DE LOS VIENTOS CATABÁTICOS Y SU RELACION CON LOS POBLADOS MÁS CERCANOS.

El mapa de la figura 2-16 muestra la información sobre el viento en el Proyecto.

Figura 2-16: Mapa de dirección y velocidad de viento, Proyecto Minero Cerro Quema



Fuente: SNC Lavalin Panamá, S.A., 2016.

Es importante señalar que dentro de la huella del proyecto existe una estación meteorológica la cual monitorea de manera horaria los parámetros climáticos del sitio de proyecto, siendo uno de ellos el viento con su velocidad y dirección.

Por otro lado en la sección 6.5 Clima del El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro presenta en la sección 6.5.5.3.6 Viento, indica la dirección de viento predominante mostrando la rosa de los vientos mensuales con su correspondiente distribución de frecuencias de velocidad y dirección. Cabe destacar que esta información se generó con la data de la estación meteorológica La Llana ubicada a 7 km de Cerro Quema, en el noroeste de la cuenca del río Tonosí y también con data de la estación meteorológica HOBO localizada dentro de la huella del proyecto. A continuación se detalla dicha información.

El Gráfico 2-2 presenta la rosa de los vientos del mes de enero preparada con los datos de la estación ubicada en La Llana. En la misma se puede observar que las velocidades entre 4 m/s y 6 m/s presentan una mayor frecuencia con 42.7%.

La dirección predominante es la Nor Este con un 30.5% de frecuencia de ocurrencia.

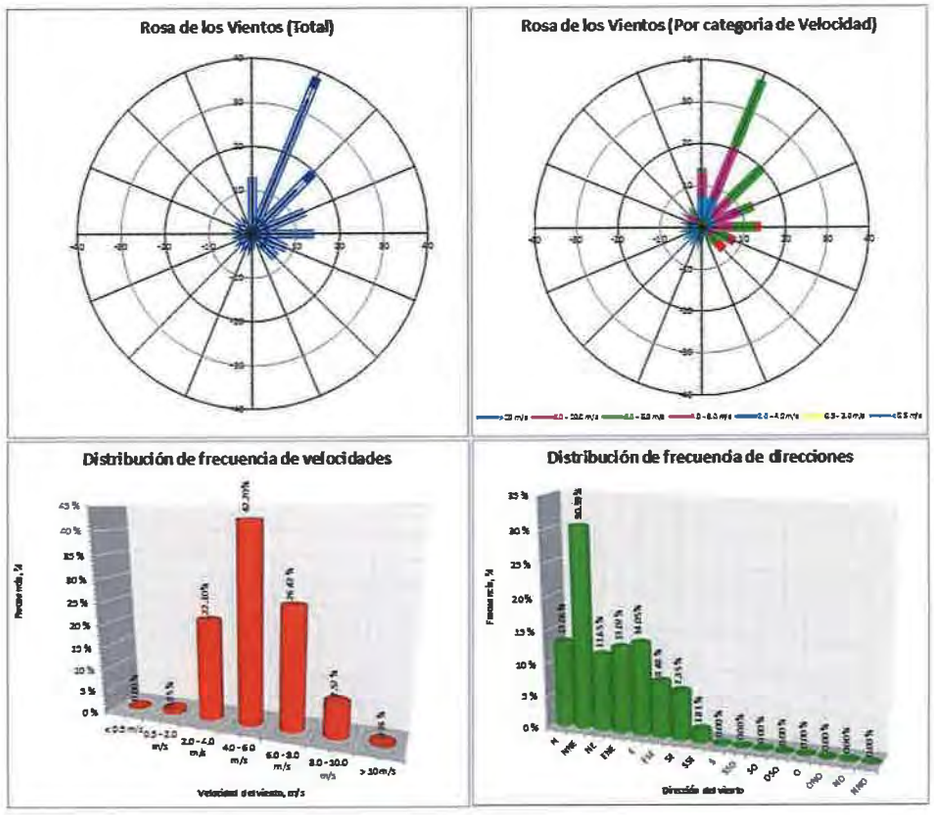


Gráfico 2-2: Rosa de los vientos del mes de enero, estación La Llana

El Gráfico 2-3 presenta la rosa de los vientos del mes de febrero preparada con los datos de la estación La Llana. En la misma se puede observar que las velocidades entre 4 y 6 m/s presentan una mayor frecuencia con 37,15 % y las velocidades entre 6 y 8 m/s se observan el 31.45 % de las veces. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Sur Este (SSE) con 33.15 % y del Este con 18.34 %.

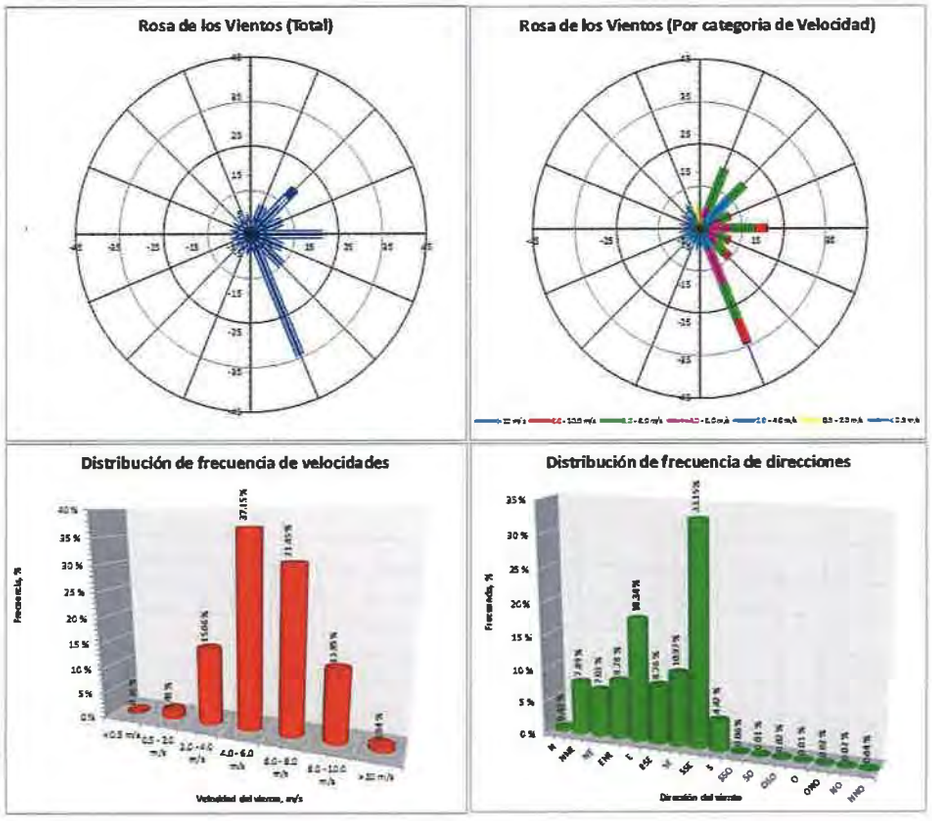


Gráfico 2-3: Rosa de los vientos del mes de febrero, estación La Llana

El Gráfica 2-4 presenta la rosa de los vientos del mes de marzo preparada con los datos de la estación N°4. En la misma se puede observar que las velocidades entre 8 y 10 m/s presentan una mayor frecuencia con 31.09 %. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Este (E) con 32.37 % y del Nor Nor Este (NNE) con 17.72 %.

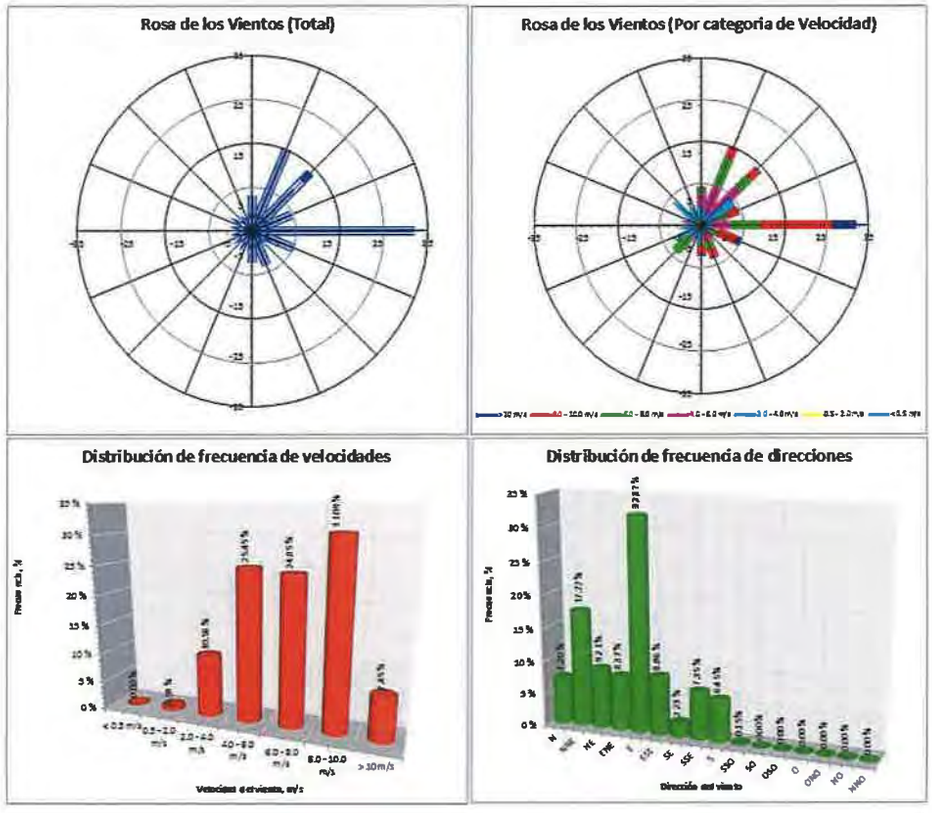


Gráfico 2-4: Rosa de los vientos del mes de marzo, estación La Llana

El Gráfico 2.5 presenta la rosa de los vientos del mes de abril preparada con los datos de la estación La Llana. En la misma se puede observar que las velocidades entre 0.5 y 2 m/s presentan una mayor frecuencia con 35.13 %. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Este (SSE) con 22.67 % y del Sur (S) con 17.52 %.

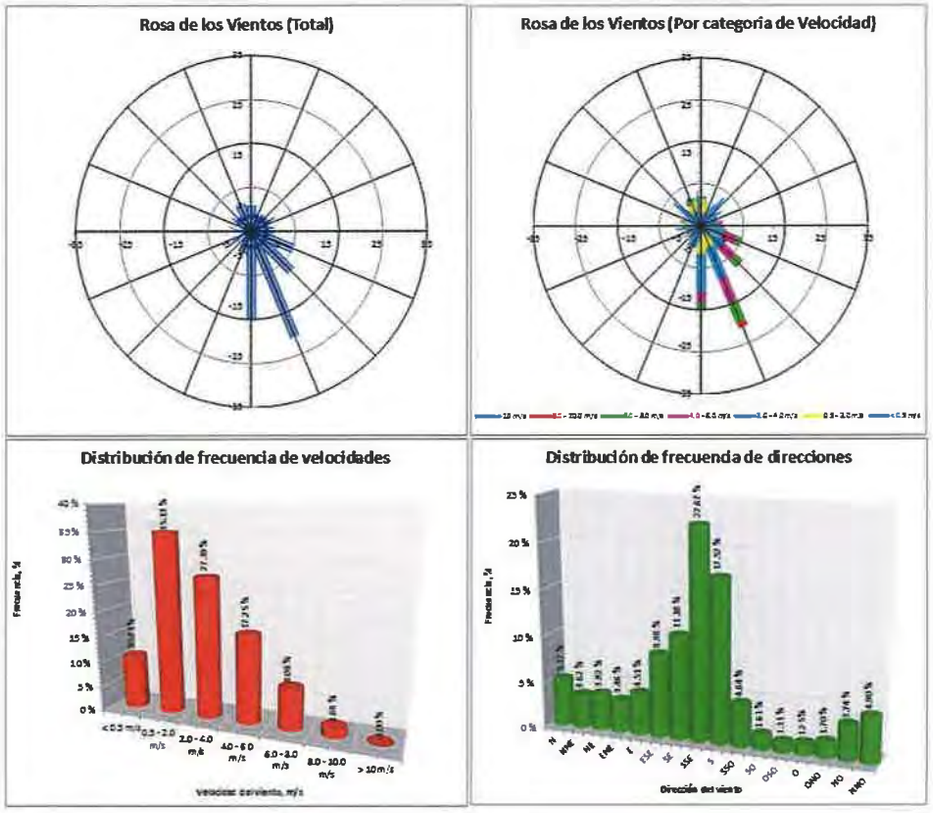


Gráfico 2-5: Rosa de los vientos del mes de abril, estación La Llana

A continuación se presenta la rosa de viento con los datos registrados en la estación HOBO U30 ubicada dentro del Proyecto minero, al lado derecho del camino que conduce a la montaña Cerro Quema, que se encuentra en el sitio de proyecto y que fueron leídos desde junio de 2013 al 13 de julio de 2014. Debido a que se cuenta con un año completo de datos en esta estación, se puede realizar el análisis del viento en el sitio del proyecto minero Cerro Quema.

El Gráfico 2-6 presenta la rosa de los vientos del mes de junio de 2013 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 0.5 y 2 m/s presentan una mayor frecuencia con 55.90%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Sur Este (SSE) con 34.55% y del Sur Este (SE) con 1 6.34%.

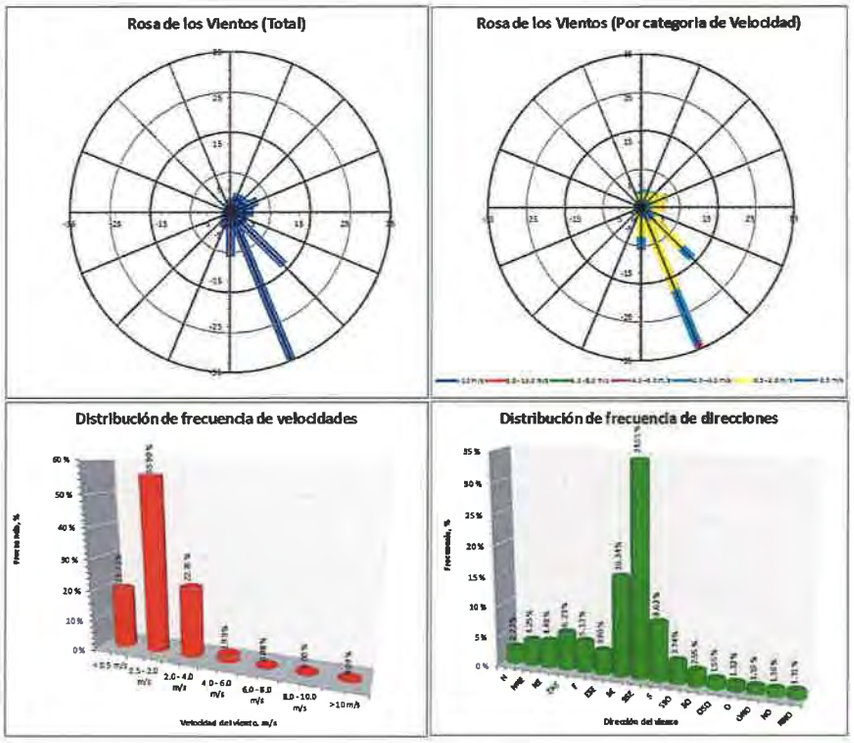


Gráfico 2-6: Rosa de los vientos del mes junio de 2013, estación HOBO U30

El Gráfico 2-7 presenta la rosa de los vientos del mes de julio de 2013 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 0.5 y 2 m/s presentan una mayor frecuencia con 50.73%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Sur Este (SSE) con 42.46 % y del Sur Este (SE) con 25.53%.

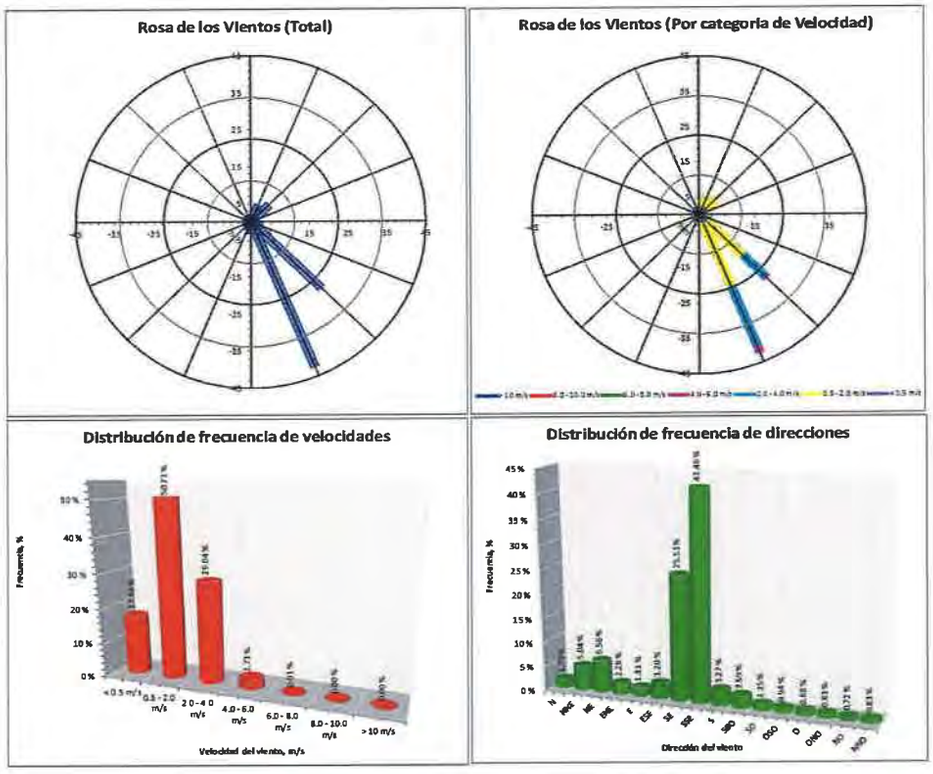


Gráfico 2-7: Rosa de los vientos del mes de julio de 2013, estación HOBO U30

El Gráfico 2-8 presenta la rosa de los vientos del mes de agosto de 2013 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 0.5 y 2 m/s presentan una mayor frecuencia con 54.83%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Este (SE) con 51.39% y del Sur Sur Este (SSE) con 15.36 %.

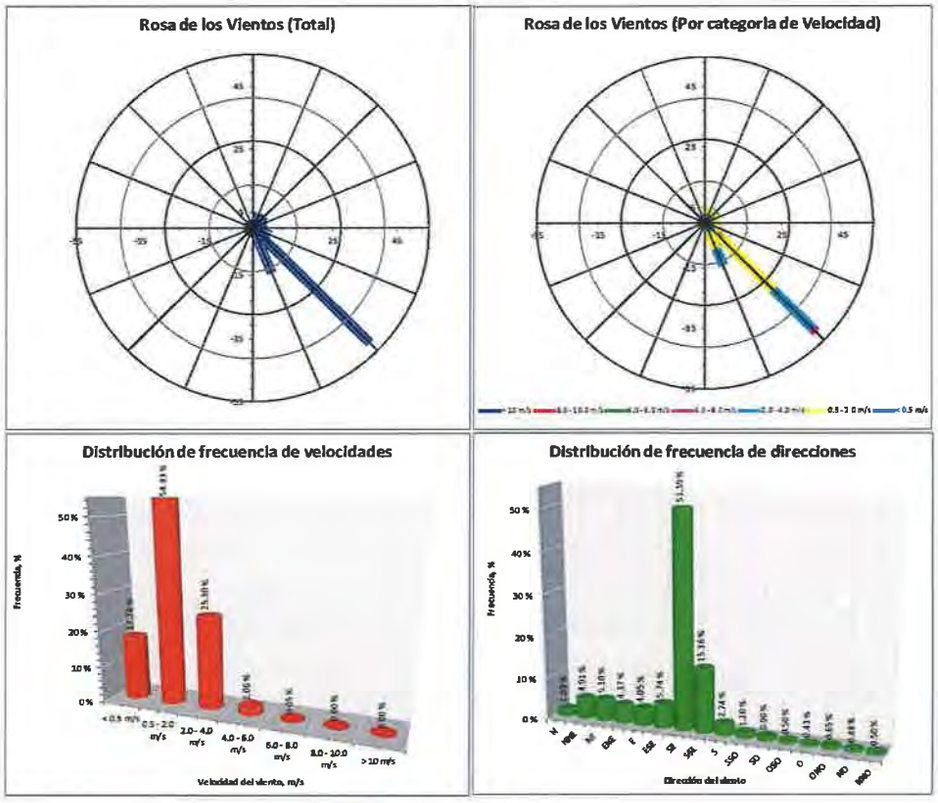


Gráfico 2-8: Rosa de los vientos del mes de agosto de 2013, estación HOBO U30

El Gráfico 2-9 presenta la rosa de los vientos del mes de octubre de 2013 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 0.5 y 2 m/s presentan una mayor frecuencia con 58.42%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Sur Este (SSE) con 33.11% y del Sur Este (SE) con 21.45%.

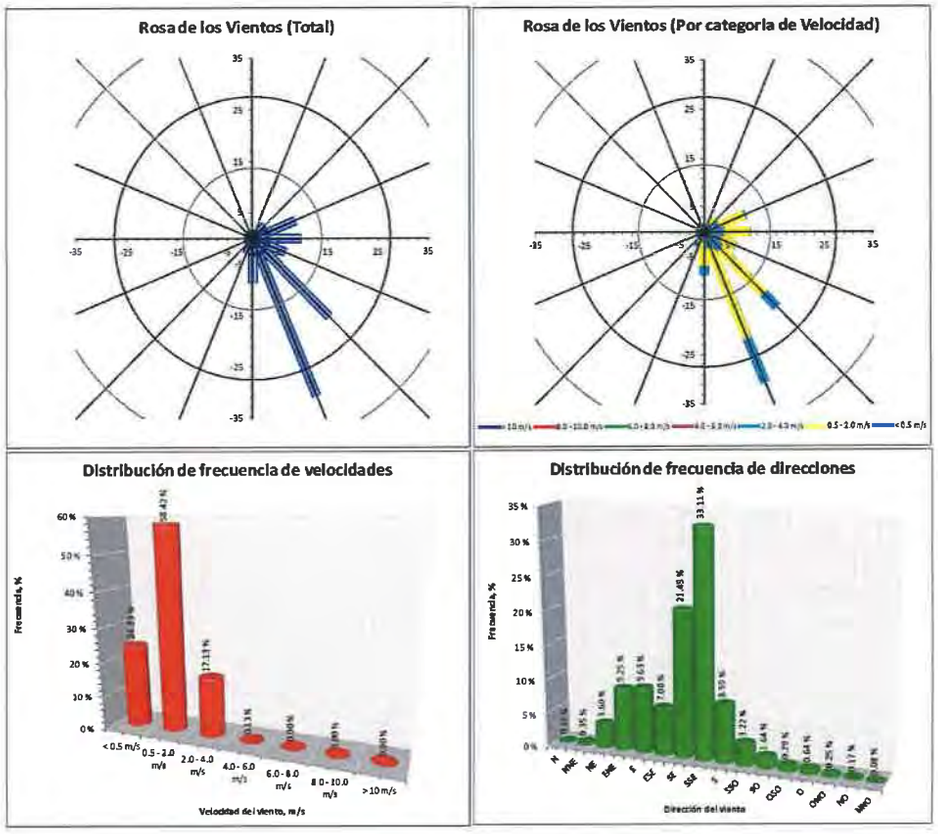


Gráfico 2-9: Rosa de los vientos del mes de octubre de 2013, estación HOBO U30

El Gráfico 2-10 presenta la rosa de los vientos del mes de enero de 2014 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 2 y 4 m/s presentan una mayor frecuencia con 36.37%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Este (SE) con 44.24% y del Sur Sur Este (SSE) con 11.25%.

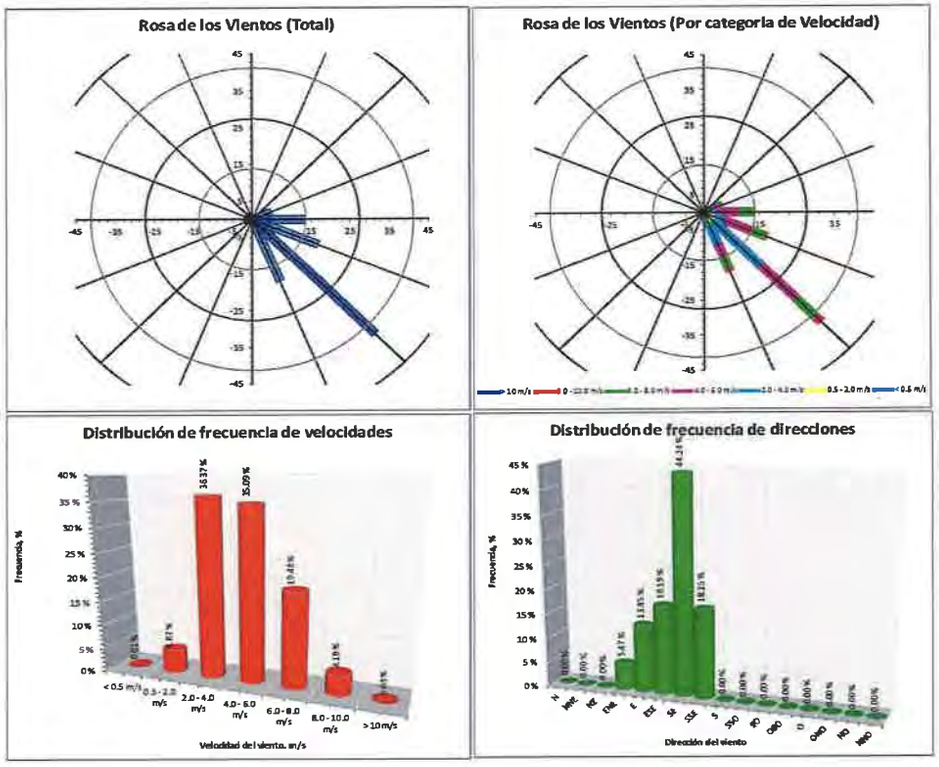


Gráfico 2-10: Rosa de los vientos del mes de enero de 2014, estación HOBO U30

El Gráfico 2-11 presenta la rosa de los vientos del mes de febrero de 2014 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 4 y 6 m/s presentan una mayor frecuencia con 35.25%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Este (SE) con 35.94% y del Este (E) con 20.97%.

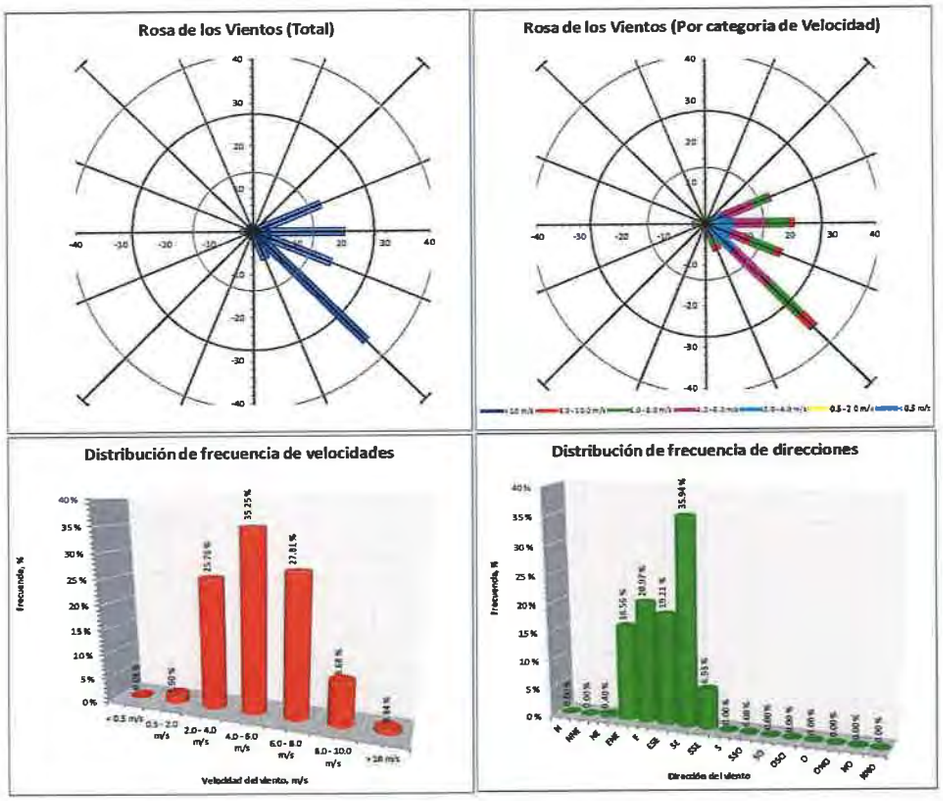


Gráfico 2-11: Rosa de los vientos del mes de febrero de 2014, estación HOBO U30

El Gráfico 2-12 presenta la rosa de los vientos del mes de marzo de 2014 preparada con los datos de la estación HOBO U30. En la misma se puede observar que las velocidades entre 4 y 6 m/s presentan una mayor frecuencia con 35.55%. En cuanto a la dirección, la mayor frecuencia es de componente Sur Este (SE) con 30.63% y del Este Nor Este (ENE) con 22.85%.

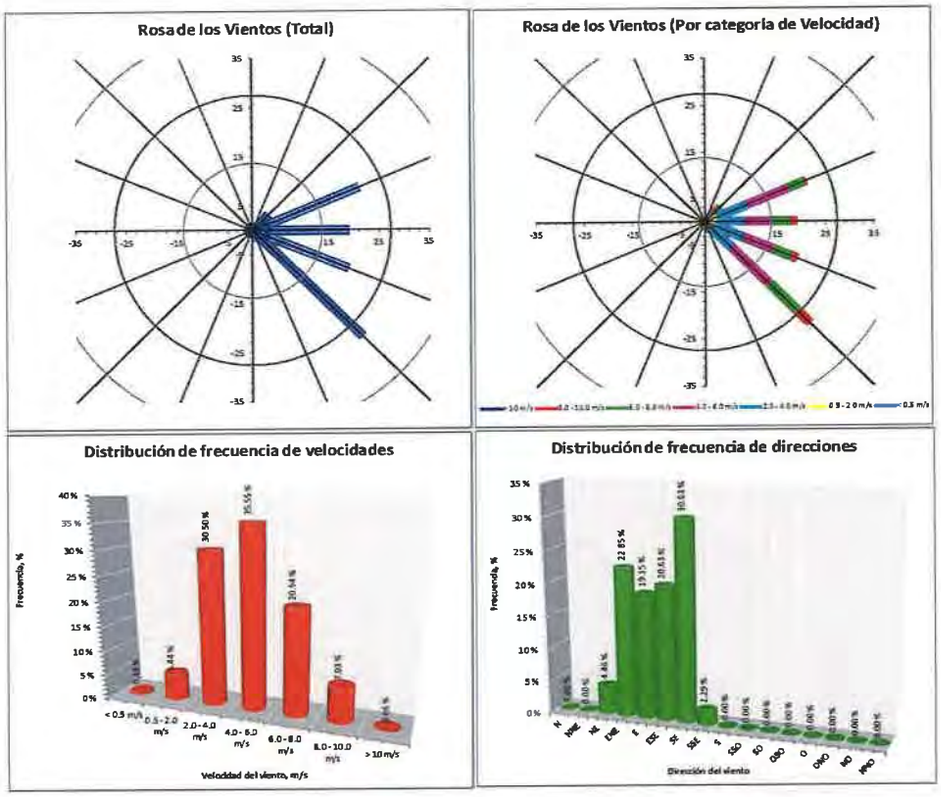
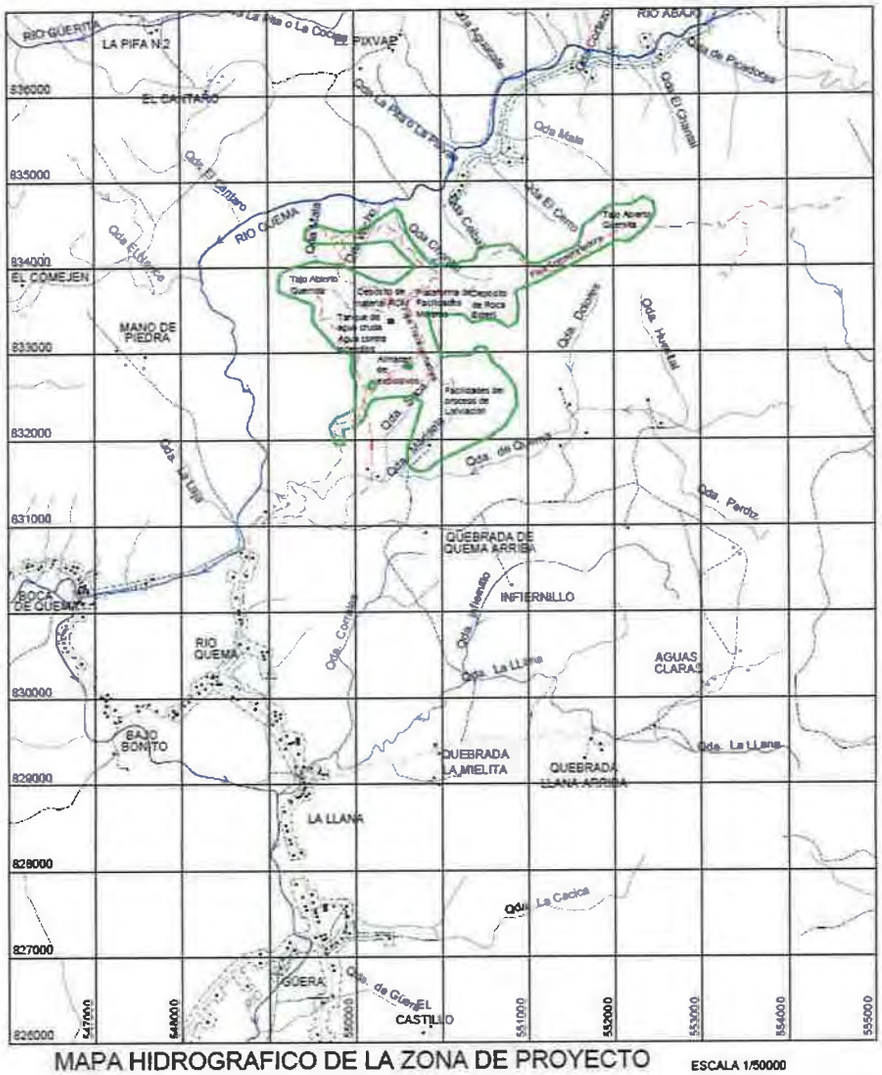


Gráfico 2-12: Rosa de los vientos del mes de marzo de 2014, estación HOBO U30

2.29 PRESENTAR UN MAPA HIDROGRÁFICO CON UNA DETALLADLA DESCRIPCIÓN DE LA HIDROLOGÍA SUPERFICLAL EN LA ZONA DE PROYECTO DESTACANDO LAS VÍAS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICLAL MÁS IMPORTANTES CON SUS SENTIDOS DE FLUJO (MAPA DE ESCURRIMIENTO SUPERFICLAL). INCLUIR EN DICHO MAPA, LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO (HUELLA) Y LOS CENTROS POBLADOS CERCANOS AL PROYECTO.

En la figura 2-17 se indica el flujo y vías de escurrimiento del agua superficial en el Proyecto

Figura 2-17: Mapa Hidrográfico



MAPA HIDROGRAFICO DE LA ZONA DE PROYECTO ESCALA 1/50000

Fuente: MCQSA, 2016.

2.30 PRESENTAR UNA AMPLIACIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS QUE EXPLIQUE Y JUSTIFIQUE SI LA APERTURA DE LOS TAJOS SIGNIFICARÁ (O NO) UNA REDUCCIÓN DE CAUDALES Y/O SECADO DE MANANTIALES Y/O QUEBRADAS EN LAS PROXIMIDADES DEL PROYECTO, INDICAR Y MOSTRAR EN UN MAPA CUÁLES SERÁN LOS MANANTIALES Y/O QUEBRADAS AFECTADOS, CUAL SERA EL NIVEL DE AFECTACIÓN ESPERADO EN LOS MANANTIALES Y/O QUEBRADAS Y CUALES SON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN QUE EL PROYECTO TIENE PREVISTO APLICAR PARA AYUDAR A LOS POBLADORES LOCALES EN CASO QUE ESTA AFECTACIÓN DE CAUDALES EN MANANTIALES Y/O QUEBRADAS SE MANIFIESTE. DICHA AMPLIACIÓN DEBERÁ IGUALMENTE EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁL ES EL ALMACENAMIENTO ACTUAL (HM3/AÑO) ESTIMADO PARA EL ACUIFERO SUBTERRANEO QUE SERÁ UTILIZADO POR EL PROYECTO, YA SEA PARA CONSUMO INDUSTRIAL O COMO CONSECUENCIA DE TAREAS DE DESAGOTE (TAJOS), CUÁL ES LA RECARGA ANUAL (HM3/AÑO) PARA ESE ACUÍFERO, CUAL ES LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA (HM3/AÑO) PREVISTA PARA ESE ACUÍFERO, YA SEA PARA CONSUMO INDUSTRIAL O DEBIDO A NECESIDADES DE DESAGOTE (TAJOS), CUÁL SERÍA LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y LOS EVENTUALES EFECTOS SOBRE LOS USOS DE AGUA SUBTERRÁNEA QUE HACE LA POBLACIÓN UBICADA EN LAS PROXIMIDADES DEL PROYECTO.

Respecto a la afectación de los flujos de agua subterránea por efectos del proyecto, de acuerdo a los estudios hidrogeológicos, no se prevé que el desarrollo de los tajos intercepte el acuífero, por lo tanto no se esperan afectaciones al flujo subterráneo por efectos del minado de los tajos durante la etapa de operación. Así también, de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental, Sistema de Manejo de Aguas de Contacto y Sistema de Drenaje para control de filtraciones del Patio de Lixiviación y el Depósito de Roca Estéril (WRD), la afectación al flujo subterráneo por el desarrollo del proyecto es mínimo.

Como parte del Plan de Manejo Ambiental durante las etapas de construcción, operación y cierre, se proponen medidas para controlar alguna posible afectación a los manantiales por el proyecto; así se tiene que, el Patio de Lixiviación contará con un sistema de subdrenajes de tuberías para transportar agua sin contacto por debajo de la huella del patio de lixiviación para transportar y recolectar potencial agua de manantial hacia la quebrada Maricela. Los manantiales que se ubican en laderas gradiente arriba de los drenajes existentes, y dentro de los límites de la fundación del Patio de Lixiviación, serán equipados con drenajes del mismo tipo y fluirán por gravedad hacia los subdrenajes principales; por lo tanto, de acuerdo al sistema de drenajes y sistema de manejo de aguas la afectación de los manantiales es mínima.

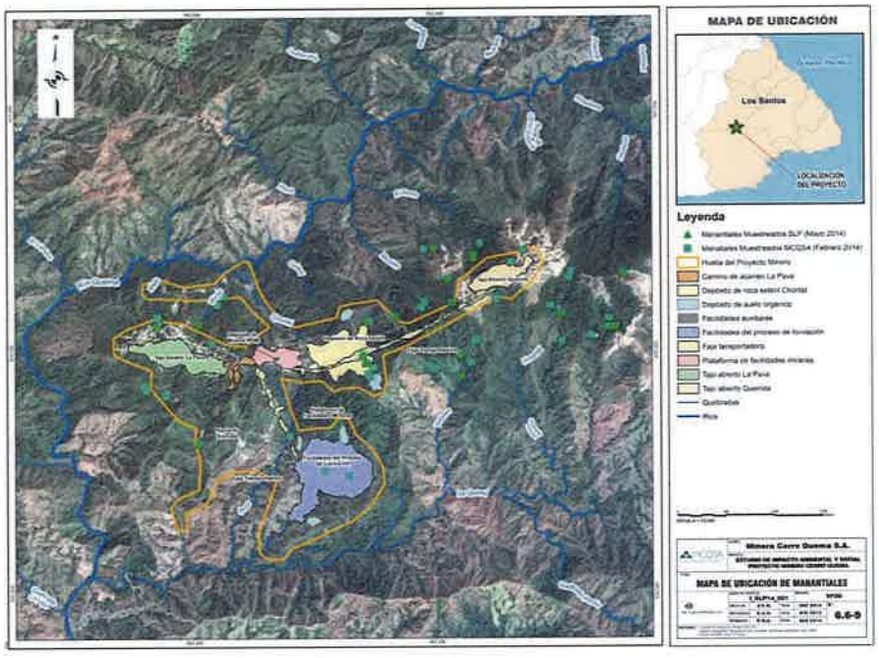
Los manantiales que se identifiquen dentro de la huella del Depósito y por fuera de los límites del drenaje natural, serán equipados con subdrenajes. El agua de manantial que se origine dentro de la huella del Depósito se mezclará con agua de contacto que fluya a través de la estructura y por consiguiente será considerada

como agua de contacto. El agua de contacto y el agua de manantial recolectadas dentro de la huella del Depósito reportarán al estanque del Depósito de Roca Estéril; por lo tanto, de acuerdo al sistema de drenes y sistema de manejo de aguas la afectación de los manantiales es mínima. En caso de ser necesario, el agua de manantial contactada con el agua de infiltración del Depósito será tratada y devuelta al curso natural aguas abajo del Depósito. Los flujos de compensación se definirán en función del modelo hidrogeológico y del modelo de balance de aguas.

Así mismo, el proyecto cuenta con un Sistema de Manejo de Agua de Contacto y Sin Contacto, en el cual se implementan las principales medidas de mitigación para controlar y preservar la calidad del agua subterránea durante las etapas del proyecto.

Para tener una mayor comprensión de los efectos del Proyecto sobre el sistema hidrogeológico y como parte del desarrollo del Proyecto se implementarán estudios hidrogeológicos adicionales, los cuales permitirán tener una mayor caracterización de las unidades hidrogeológicas presentes en el área del proyecto. Estos estudios serán parte del Plan Integral de Manejo de Aguas para el Proyecto Cerro Quema.

Figura 2-18: Mapa de manantiales,



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

En cuanto al consumo de agua, se ha indicado en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro que en su sección 5 que se suministrará agua cruda mediante dos

pozos ubicados aproximadamente a 1.1 km al norte y noroeste de la plataforma de facilidades mineras, a una elevación entre 192 a 195 msnm sobre la Quebrada Chontal. Se probaron los pozos y tienen una capacidad de equilibrio de 27.5 m^3/h aproximadamente. Ambos pozos serán acondicionados con una bomba capaz de producir a aproximadamente 200 m de carga hidráulica.

Se almacenará el agua cruda en un tanque de 762 m^3 ubicado aproximadamente a 600 m al sur-sureste de la plataforma minera, cerca del camino de acceso a La Pava, a una elevación de 480 msnm. El tanque estará dividido mediante tubería interna en una reserva de agua de 549 m^3 para la mitigación de incendios y una de 213 m^3 para uso en la extracción y el procesamiento

A inicio de la etapa de construcción se llenara una única vez con agua de los pozos la pileta de solución rica. Una vez llena esta agua será reutilizada a lo largo del proceso y a lo largo del periodo de operación del proyecto. La 2-15 muestra los volúmenes de almacenamiento de agua que se utilizaran durante la operación del proyecto.

Tabla 2-15: Volúmenes de Almacenamiento de los Estanques del Patio de Lixiviación.

Pileta	Volumen Requerido (m^3)	Volumen Disponible (m^3)
Solución Rica	34,200	40,100
De Excesos	248,700	273,200
Piletas combinadas	332,500	333,000

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Para calcular el volumen de agua de reposición, el volumen de almacenamiento de los estanques y las tasas de tratamiento de agua, el balance de agua consideró flujos de entrada como lluvia y solución lixiviada (incluyendo agua de reposición), y flujos de salida como evaporación y pérdidas de consumo asociadas con la irrigación del mineral. Una eficiencia de evaporación de diseño del 15 por ciento fue asignada de manera conservadora para tomar en cuenta el efecto de los rociadores para incremento de la evaporación (aproximadamente 50 por ciento de la eficiencia estimada por el fabricante).

El Patio de Lixiviación y las instalaciones de proceso fueron diseñados para que no haya descarga tanto de agua superficial como de agua subterránea durante condiciones climáticas promedio anuales.

De las operaciones de minado de los tajos no se esperan que los tajos intercepten el nivel freático regional de agua subterránea. Los acuíferos locales colgados o las aguas atrapadas en estructuras como las fallas pueden existir en el área del tajo. A pesar de los niveles altos de precipitación, no anticipamos que las presiones de poro altas se formarán en los taludes ya que están excavados debido al área

pequeña de recarga y la topografía inclinada en las proximidades de los tajos que debe resultar en una escorrentía superficial rápida.

El lecho de roca está suficientemente fracturado para que los acuíferos colgados localmente y el agua atrapada en las fallas probablemente drene libremente conforme el tajo es excavado, así que los esfuerzos sistemáticos de despresurización en todo el tajo no son probables que se requieran para lograr taludes estables. Si se encuentran los acuíferos colgados o agua atrapada en fallas con una orientación desfavorable en los bancos y taludes de inter rampa, se pueden instalar unas medidas de despresurización del talud que constan de drenes horizontales y pozos para mejorar la estabilidad, si es necesario

2.31 SEÑALAR CUAL FUE EL CRITERIO PARA UBICAR LAS ESTACIONES DE MUESTREO PARA LA MEDICION DE LA CALIDAD DEL AIRE Y EL RUIDO. ACLARAR SI HAN CONSIDERADO LA RELACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO CON LOS VIENTOS DOMINANTES. REALIZAR MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS POBLADAS UBICADAS A SOTAVENTO DEL PROYECTO Y MEDICIONES DE RUIDO REALIZADAS EN ZONAS POBLADAS CERCANA AL PROYECTO. REALIZAR MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO SOBRE LA RUTA DE TRANSPORTE EN ZONAS POBLADAS.

2.31.1 *Estaciones de monitoreo de ruido ambiental*

Decreto Ejecutivo No 306 del 4 de septiembre del 2002 y el Decreto Ejecutivo No 1 del 15 de enero de 2004.

Para efecto de la caracterización de ruido se consideró como área de estudio al área denominada huella del Proyecto, donde se desarrollarán las futuras actividades mineras del Proyecto, para lo cual se realizó la:

- Identificación de las fuentes emisoras de ruido en el área del Proyecto.
- Identificación de las principales áreas del Proyecto que son influenciadas por las fuentes emisoras de ruido.
- Delimitación de las zonas donde exista el riesgo de exposición al ruido.
- Ubicación geográfica de los puntos de emisión (Coordenadas UTM) basado en la localización de las facilidades mineras, principalmente la plataforma, tajos y HLF.

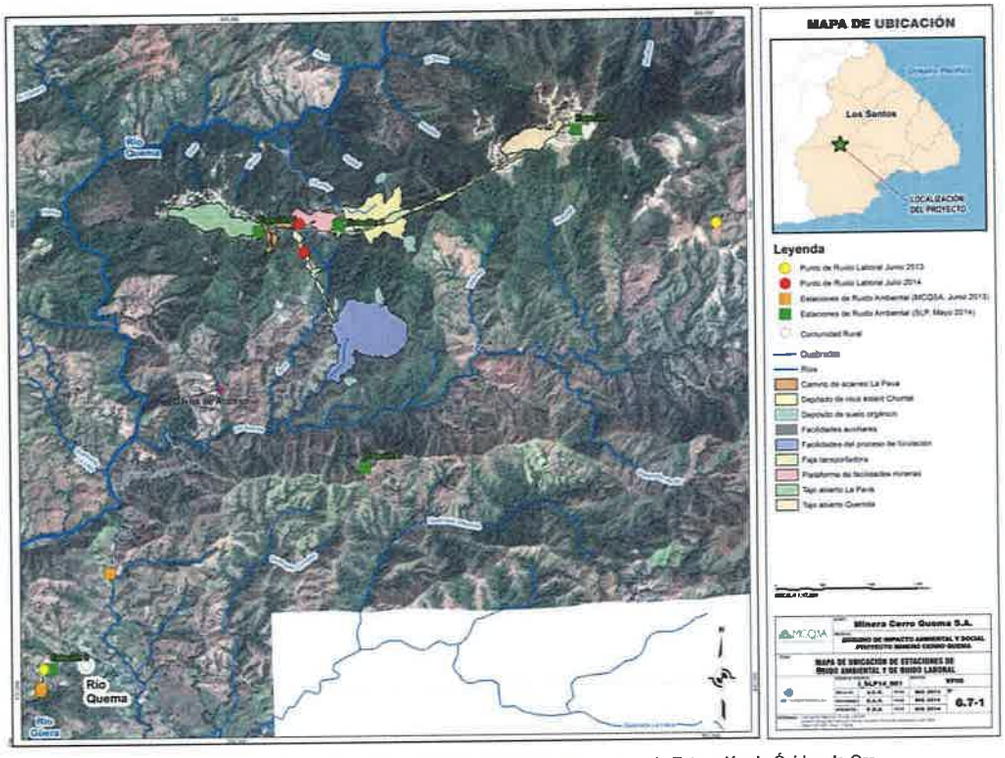
A partir de estas premisas se tomaron en cuenta los siguientes criterios para establecer las estaciones de muestreo de ruido:

- Monitoreo de la residencia más cercana al proyecto, cumpliendo con lo establecido en el Decreto Ejecutivo N°1 de 15 enero 2004.
- Monitoreo dentro del Campamento y Laboratorio de núcleos – oficina MCQSA, cumpliendo lo establecido en el decreto Decreto Ejecutivo N°1 de 15 enero 2004 para la medición de ruido laboral.

- Niveles de ruido laboral existentes en el entorno del Proyecto. Dado que MCQSA ha venido realizando trabajos de exploración minera, tránsito de vehículos, mantenimiento de vías y trabajos de control de erosión y sedimentos, en sus zonas de concesión minera, se realizaron monitoreos en puntos y frentes de trabajo específicos. Estos valores serán considerados como línea base de las condiciones previas al Proyecto. Por su característica de muestreo durante 8 horas continuas de trabajo se han comparado con lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 306 (04 Septiembre del 2014) para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales. Considerando que los frentes de trabajo se encontraban al aire libre y se ejecutaban actividades de mantenimiento de vías, o en espacios cerrados, se calificó la fuente como "otro tipo de trabajos
- Frentes de trabajo con movimientos de tierra, por ser actividad generadora de ruidos.
- Ubicación de puntos a barlovento donde se ubicaran las facilidades del proceso de lixiviación y se ubicaran los campamentos y oficinas del Proyecto
- Ubicación de puntos a sotavento donde se ubicaran las facilidades del proceso de lixiviación a ubicarse en la Quebrada Maricela.
- Monitoreo del ruido ambiental que afecta la comunidad de Río Quema, comunidad que es la más cercana al sitio de proyecto (aprox. 5 Km).

La Figura 2-19 muestra la ubicación de las estaciones de muestreo de ruido.

Figura 2-19: Ubicación de puntos de muestreo de ruido, Proyecto Minero Cerro Quema.

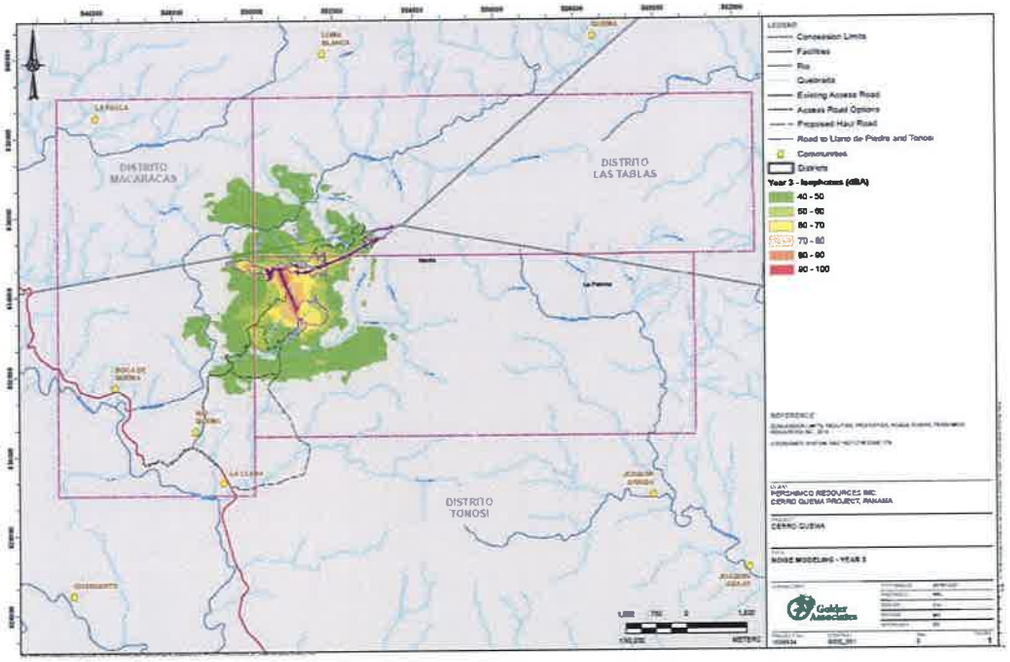


Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

La ubicación de cada estación, considero la predominancia de los vientos en la zona de proyecto la cuales se indica detalladamente en el punto 2.28 de este documento.

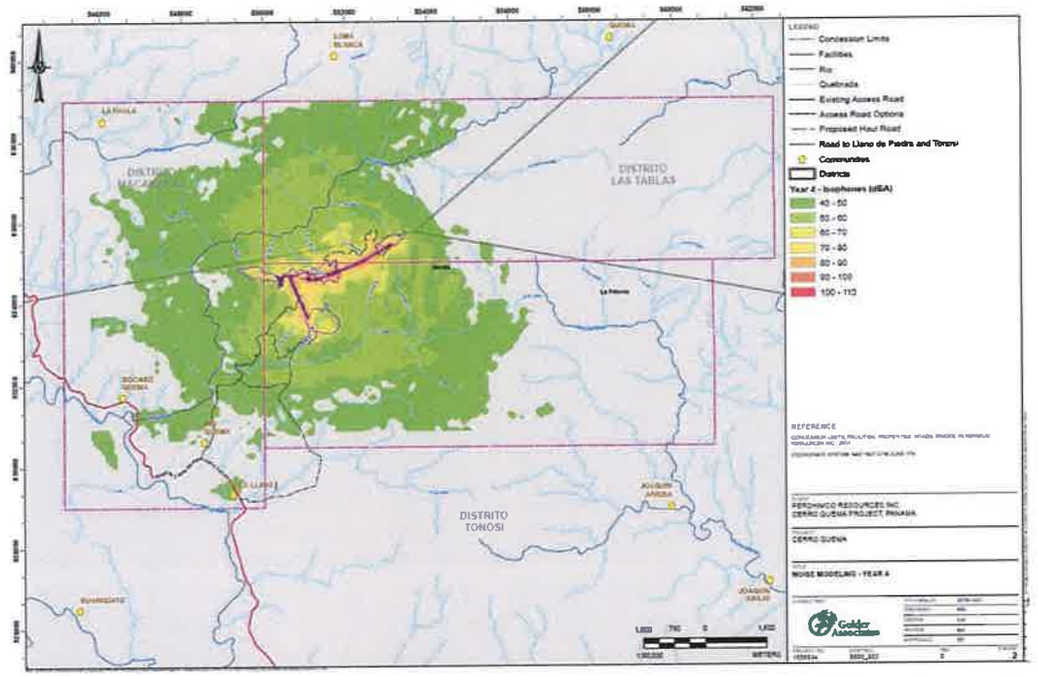
Con relación a la realización de mediciones de ruido a lo largo de la ruta de transporte y acceso al Proyecto, MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía. Las figuras 2-20 y 2-21 muestran los resultados de la modelación del ruido sobre la ruta de trasporte.

Figura 2-20: Modelación de ruido sobre ruta de transporte hacia Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)



Fuente Golder Associates, 2016.

Figura 2-21: Modelación de ruido sobre ruta de transporte hacia Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción).



Fuente Golder Associates, 2016.

En el Anexo 3.7 de este documento se adjunta la modelación de ruido.

2.31.2 Calidad de aire

Para efecto de la caracterización de calidad de aire se consideró como área de estudio al área denominada huella del Proyecto, donde se desarrollarán las futuras actividades mineras del Proyecto, para lo cual se:

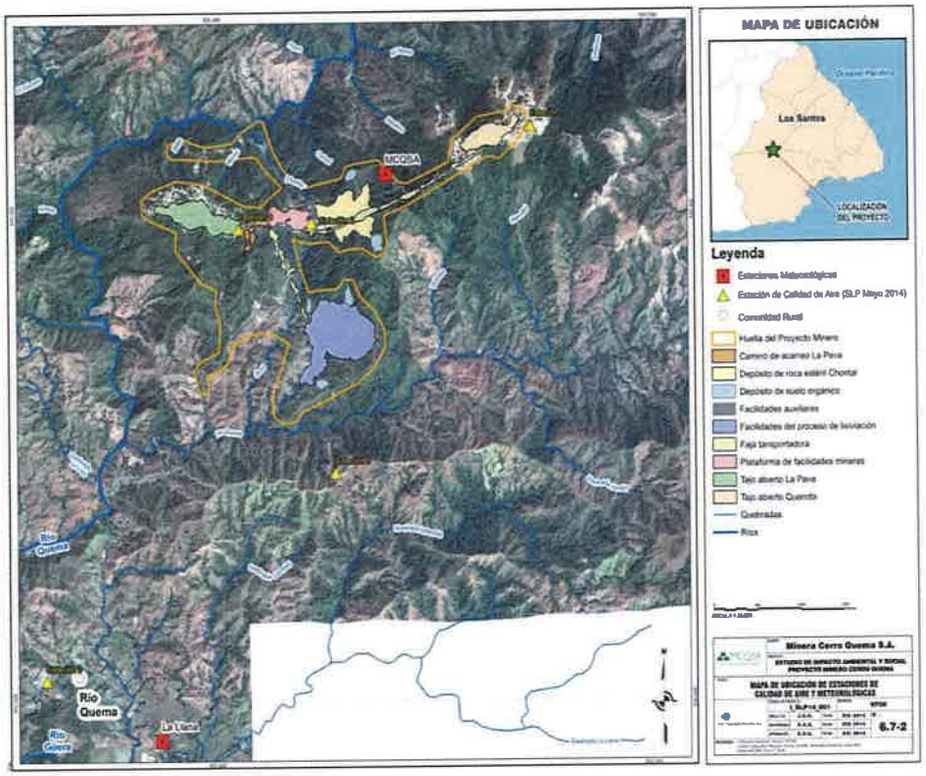
- Identificación de las posibles fuentes emisoras contaminantes en el área del Proyecto.
- Delimitación de las zonas donde exista el riesgo de exposición.
- Ubicación geográfica de los puntos de emisión (Coordenadas UTM) basado en la localización de las facilidades mineras, principalmente la refinería, plataforma, tajos y HLF.

A partir de estas premisas se tomaron en cuenta los siguientes criterios para establecer las estaciones de muestreo de aire:

- Frentes de trabajo con movimientos de tierra y actividades de minado, por ser actividad generadora de material particulado, gases y vapores.
- Ubicación de puntos a barlovento donde se ubicaran las facilidades del proceso de lixiviación y se ubicaran los campamentos y oficinas del Proyecto
- Ubicación de puntos a sotavento donde se ubicaran las facilidades del proceso de lixiviación a ubicarse en la Quebrada Maricela.

La figura 2-22 muestra la ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire.

Figura 2-22: Ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

La ubicación de cada estación, considero la predominancia de los vientos en la zona de proyecto la cuales se indica detalladamente en el punto 2.28 de este documento.

Con relación a la realización de mediciones de calidad de aire a lo largo de la ruta de transporte y acceso al Proyecto MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas desde las superficies activas e inactivas del Patio de Lixiviación (HLF) y del área de refinado, dando como resultado que las concentraciones de estas emisiones (gases y vapores) no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de las concentraciones de HCN sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos.

2.32 EN LA PÁGINA 6.8-13 EN EL PUNTO 6.8.5. CONCLUSIONES SE INDICA "... FINALMENTE, ES POSIBLE AFIRMAR QUE LA FALLA DEL RÍO JOAQUÍN NO REPRESENTA UN PELIGRO DE RUPTURA DE FALLA SUPERFICIAL; ES DECIR, LA MISMA NO REPRESENTA UNA FUENTE DE GRANDES SISMOS EN EL SITIO DONDE SE UBICARAN LAS FACILIDADES DE LIXIVIACIÓN MARICELA Y EL DEPÓSITO DE MATERIAL ESTÉRIL CHONTAL ARRIBA". EXPLICAR Y JUSTIFICAR LO QUE SIGNIFICA LA ASEVERACIÓN DE "NO REPRESENTA UNA FUENTE DE GRANDES SISMOS", SI SE CONSIDERA QUE PODRÍAN PRODUCIRSE EN LA HUELLA DE PROYECTO SISMOS QUE NO SE CONSIDEREN "GRANDES", SI SE CONSIDERA QUE ESTOS SISMOS "NO GRANDES" PODRÍAN (O NO) COMPROMETER LA INTEGRIDAD DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN O EL DEPÓSITO DE ESTÉRILES, CUÁL ES LA PROBABILIDAD ASOCIADA A ESE RIESGO Y CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN QUE EL PROYECTO HA CONSIDERADO PARA ATENDER A LA POBLACIÓN QUE PUDIERA SER AFECTADA POR ESTE TIPO DE CONTINGENCIAS EN CASO DE OCURRIR.

La falla del Río Joaquín ha sido estudiada a detalle en investigaciones de campo en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Como resultado de ello, se encontró que esta falla abarca una zona de fallas relativamente menores, en lugar de estar atravesada por una falla principal.

El descubrimiento de un plano de falla en Quebrada Seca reveló que la falla del Río Joaquín no ha desplazado depósitos aluviales. Con base en la corta longitud cartografiable de la falla (~ 3km), el carácter disperso de los planos de falla, y la falta de geomorfología tectónica, consideramos que la falla del Río Joaquín no ha producido sismos considerables o ruptura de superficie. El reporte de riesgo sísmico del Proyecto describe la naturaleza de las investigaciones de la falla del Río Joaquín, y la razón por la cual se concluye que dicha falla no es sísmicamente activa. El reporte de riesgo sísmico específico al sitio del proyecto se encuentra adjunto en el anexo 3.6.

Sin embargo, existe la posibilidad de que sismos menores puedan ser generados a profundidades a lo largo de las falla del Río Joaquín y de cualquier otra falla en el sitio del proyecto. La corta longitud de la traza de superficie de la falla del Río Joaquín (~3 km) y el carácter disperso de sus planos de fallas indica que cualquier sismo generado en la falla del Río Joaquín sería de magnitud moderada a leve (M<6). Debido a que hemos llevado a cabo un análisis probabilístico de riesgo sísmico (PSHA) específico al sitio de proyecto (ver el reporte de riesgo sísmico adjunto), todos los sismos de M ≥ 5 de todos las fuentes posibles (incluyendo fallas que no han sido cartografiadas en la superficie) han sido considerados en el desarrollo de las especificaciones de diseño sísmico del proyecto.

Los resultados del PSHA específicos al sitio del proyecto han sido usados para desarrollar un criterio de diseño para las instalaciones del proyecto Cerro Quema. Planes adicionales de prevención, mitigación y contingencia de sismos menores

no son necesarios dado que la posibilidad del acontecimiento de los mismos ha sido considerada en el criterio de diseño sísmico existente.

2.33 EN LA PÁGINA 6.10-2 EN EL PUNTO 6.10.4. RESULTADOS SE INDICA "... LA FIGURA 6.10.1. MUESTRA LA LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS VULNERABLES O DESLIZAMIENTOS Y EROSIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO, SIN EMBARGO, AL OBSERVAR LA FIGURA NO QUEDA CLARO CUÁL ES EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO ASOCIADO CON DISTINTAS INSTALACIONES DEL PROYECTO. EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁL ES CL RIESGO DE EROSIÓN/DESLIZAMIENTO ASOCIADO AL SITIO DE INSTALACION DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN, CUÁL ES EL RIESGO DE EROSIÓN/DESLIZAMIENTO ASOCIADO AL SITIO DE INSTALACIÓN DEL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL, CUÁL ES LA PROBABILIDAD ASOCIADA A ESE RIESGO Y CUÁLES SON LAS MEDIDAS DE PREVENCION, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN QUE EL PROYECTO HA CONSIDERADO PARA ATENDER A LA POBLACIÓN QUE PUDIERA SER AFECTADA POR ESTE TIPO DE CONTINGENCIAS EN CASO DE OCURRIR.

El riesgo mayor de deslizamiento es creado por el potencial de erosión producto de la lluvia. Para evitar o minimizar este potencial de erosión, MCQSA tiene contempladas una serie de medidas que se resumen a continuación:

- Todos los taludes y áreas perturbadas por actividades de movimientos de tierra serán provistos de zanjas de coronamiento las cuales serán diseñadas para desviar las aguas lluvia de laderas ubicadas aguas arriba. Estas aguas sin contacto serán desviadas fuera de la zona de proyecto.
- El diseño de los taludes de corte y/o relleno para accesos, plataformas y otras instalaciones auxiliares será escalonado para asegurar la estabilidad de estos y se implementarán zanjas de drenaje en cada banqueta. Se prevé que estas aguas tendrán altas concentraciones de sedimentos durante la etapa de construcción por lo cual serán colectadas y desviadas hacia una estructura de control de sedimentos localizada aguas abajo.
- Los taludes del Depósito de Roca Estéril y del Patio de Lixiviación serán construidos en escalones para asegurar su estabilidad y serán provistos de zanjas de drenaje en cada escalón o banqueta para colectar y desviar las aguas lluvia hacia la estructura de control de sedimentos ubicada aguas abajo.
- Todos los taludes tanto de corte como relleno del proyecto serán revegetados de forma progresiva para disminuir el potencial de erosión en el tiempo. Como medida extraordinaria, se implementarán medidas de control de erosión durante la construcción en los taludes como el uso por ejemplo de barreras de sedimentos (silt fences), barreras con pacas de pasto, mantas de coco, etc. Estas medidas de control de erosión no sólo disminuirán el potencial de erosión en los taludes, pero además ayudarán al crecimiento de la cobertura vegetal como parte de la revegetación progresiva.

- Las zanjas de coronación y de drenaje serán revestidas para evitar la erosión producto del flujo y se implementarán disipadores de energía en la descarga donde sea necesario.

Con base a las medidas que se adoptarán para minimizar la erosión que pueda causar la lluvia sobre los taludes del proyecto y considerando un diseño geotécnico estable, se estima que la probabilidad de deslizamiento de estos es mínima.

El diseño del manejo de aguas de los taludes, el control de erosión y sedimentos será parte del alcance del Plan Integral de Manejo de Aguas para el Proyecto Cerro Quema

2.34 EN LA PAGINA 7-83 EN EL PUNTO 7.1.4. CONCLUSIONES SE INDICA "...SE REGISTRO UN TOTAL DE CUATRO ESPECIES AMENAZADAS EN EL AREA DE ESTUDIO: *ASTRONIUM GRAVEOLENS, CEDRELA ODORATA, EPIPHYLLUM PHYLLANTHUS* Y *TERMINALIA AMAZONIA*"EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI EL AREA DE ESTUDIO ES LA HUELLA DEL PROYECTO O TODA EL AREA ESTUDIADA, CUALES SON LAS ESPECIES DE FLORA AMENAZDAS, VULNERABLES, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCION QUE FUERON REPORTADAS PARA LA HUELLA DEL PROYECTO, SI LAS ESPECIES AMENAZADAS, VULNERABLES O EN ENDEMICAS EXTINCION REPORTADAS PARA LA HUELLA DEL PORYECTO SE ENCUENTRAN TAMBIEN REPRESENTADAS FUERA DE LA HUELLA DEL PROYECTO.

El área de estudio comprende a la huella del proyecto y áreas aledañas. Se instalaron 15 parcelas dentro de la huella del proyecto y cinco en formaciones vegetales colindantes a la huella, tal como se presenta en la Figura 7.1-1 del EsIA. El área de estudio se extendió fuera de la huella del proyecto para poder generar información en formaciones vegetales donde se presumía una mayor riqueza de especies o un mejor estado de conservación. De esta manera se buscó entender mejor la riqueza de especies con la que contaba el área de la huella del proyecto en años previos a las diferentes actividades humanas que fueron reduciendo la cobertura vegetal.

En la siguiente tabla 2-16 se pueden apreciar las especies de flora amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción que fueron reportadas dentro y fuera de la huella del proyecto.

Tabla 2-16: Especies de flora amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción dentro y fuera de la huella del proyecto

Nombre científico	Condición nacional	UICN	CITES	Ende-mismo	Dentro de la huella del proyecto	Fuera de la huella del proyecto
Astronium graveolens	VU	-	-	-	Si	Si
Cedrela odorata	VU	CR	-	-	Si	Si
Epiphyllum phyllanthus	VU	-	II	-	No	Si
Terminalia amazonia	VU	VU	-	-	No	Si

Como se aprecia en la tabla, *Astronium graveolens* (zorro) y *Cedrela odorata* (cedro amargo), fueron las únicas especies registradas dentro de la huella del proyecto y están además representadas fuera de ella. *A. graveolens* fue registrada en las parcelas internas a la huella, P-15 y P-17, y en las parcelas externas, P-2 y P-4. *C. odorata* fue registrada en las parcelas internas, P-7 y P-16 y en la parcela externa P-4.

Epiphyllum phyllanthus (cactus epífito) fue registrado fuera de la huella del proyecto, en la parcela P-2. *Terminalia amazonia* (amarillo) también fue registrada fuera de la huella, en la parcela P-3. Ambas parcelas se ubicaron dentro de uno de los parches de bosque secundario maduro fuera de la huella del proyecto.

2.35 EN LA PAGINA 7-242 EN EL PUNTO 7.2.1.4 INVENTARIO DE ESPECIES AMENAZADAS, VULNERABLES, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN SE INDICA "..LA LISTA QUE PRESENTAMOS INCLUYE TRES ESPECIES DE MAMIFEROS, CUATRO DE ANFIBIOS Y 19 ESPECIES DE AVES. SE REPORTAN 24 ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORIA DE AMENAZA O EN CONDICION DE ENDEMISMO PARA EL AREA DEL PROYECTO". EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI EL AREA DE PROYECTO ES LA HUELLA DEL PROYECTO O TODA EL AREA ESTUDIDA? CUALES SON LAS ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS, VULNERABLES, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCION QUE FUERON REPORTADAS PARA LA HUELLA DE PROYECTO, SI LAS ESPECIES AMENAZADAS, VULNERABLES, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCION REPORTADAS PARA LA HUELLA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA TAMBIEN REPRESENTADAS FUERA DE LA HUELLA DE PROYECTO? ACLARAR SI LAS ESPECIES PRESENTADAS COMO AMENAZADAS, VULNERABLES, ENDEMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCION SON 24 O 26 (3+4+19)

En el Capítulo 7 del EIA, donde se lee "*área del Proyecto*", debe decir "*área de estudio*". En este caso nos referimos al área de estudio de la línea base de fauna que incluye la huella del Proyecto, y las formaciones vegetales y cuerpos de agua colindantes dentro del micro cuenca del río Quema (desde la confluencia del río Quema y Quebrada Quema hasta aguas arriba de la huella del Proyecto sobre río Quema).

En el documento, donde se lee "*... la lista que presentamos incluye tres especies de mamíferos, cuatro de anfibios y 19 especies de aves.*", debe corregirse por: "*... la lista que presentamos incluye tres especies de mamíferos, tres de anfibios y 18 especies de aves.*", tal como se muestra en el listado de la Tabla 7.2-82 que se presento en el estudio. ***En total se reportaron 24 especie bajo alguna categoría de amenaza o en condición de endemismo para el área de estudio.***

Como se ve en la tabla siguiente, para el caso de los mamíferos, las dos especies reportadas dentro de la huella del proyecto fueron también reportadas fuera de ella. Del mismo modo ocurre con los anfibios.

Para el caso de las aves, todas las especies registradas dentro de la huella del proyecto tienen representantes fuera de ella, con excepción de *Damophila julie*

que únicamente fue registrada en la estación de monitoreo R-1 (ubicado en un área intervenida de herbazal arbolado en la parte alta de Quebrada Chontal). Considerando el tipo de vegetación donde se encontró, es de esperarse que esta especie también se encuentre fuera de la huella del proyecto.

Tabla 2-17: Especies de fauna amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción dentro y fuera de la huella del proyecto

Nombre científico	Condición nacional	UICN	CITES	Ende-mismo	Dentro de la huella del proyecto	Fuera de la huella del proyecto
Mamiferos						
Alouatta coibensis trabeata	CR	CR	I	X	Si	Si
Ateles geoffroyi azuerensis	EN	EN	II		Si	Si
Cebus capucinus	VU		II		No	Si
Anfibios						
Craugastor azueroensis	CR	EN		X	No	Si
Incilius signifer				X	Si	Si
Dendrobates auratus	VU	LR	II		Si	Si
Aves						
Tinamus major	VU				Si	Si
Sarcoramphus papa	EN		III		Si	Si
Leucopternis albicollis	VU		II		Si	Si
Asturina nitida	VU		II		Si	Si
Buteo magnirostris	VU		II		Si	Si
Buteo platypterus	VU		II		Si	Si
Milvago chimachima	VU		II		Si	Si
Brotogeris jugularis	VU		II		Si	Si
Pionus menstruus	VU		II		Si	Si
Otus choliba	VU		II		Si	Si
Pulsatrix perspicillata	VU		II		Si	Si
Phaethornis superciliosus	VU		II		No	Si
Phaethornis longuemareus	VU		II		No	Si
Klais guimeti	VU		II		Si	Si
Chlorostilbon assimilis	VU		II		No	Si
Damophila julie	VU		II		Si	No
Amazilia Edward	VU		II		Si	Si
Amazilia tzacatl	VU		II		Si	Si

2.36 EN LA PÁGINA 7-246 EN EL PUNTO 7.2.2. CONCLUSIONES SE INDICA "... SE REGISTRÓ UN TOTAL DE 24 ESPECIES ENDÉMICAS O BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA. TRES ESPECIES DE MAMÍFEROS: 18 ESPECIES DE AVES Y TRES ESPECIES DE ANFIBIOS". EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI LAS ESPECIES DE ANFIBIOS PRESENTADAS COMO AMENZADAS, VULNERABLES, ENDÉMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN SON 4 (PUNTO 7.2.1.4) O 3 (PUNTO 7.2.2), SI LAS ESPECIES DE AVES PRESENTADAS COMO AMENAZADAS, VULNERABLES, ENDÉMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN SON 19 (PUNTO 7.2.1.4) O 18 (PUNTO 7.2.2)

En el segundo párrafo del punto 7.2.1.4, donde se lee "... la lista que presentamos incluye tres especies de mamíferos, cuatro de anfibios y 19 especies de aves.", debe corregirse por: "... la lista que presentamos incluye tres especies de mamíferos, tres de anfibios y 18 especies de aves.", tal como se muestra en el listado de la Tabla 7.2-82 que se presento en el estudio. **En total se reportaron 24 especie bajo alguna categoría de amenaza o en condición de endemismo para el área de estudio.**

Tabla 2-18: Especies de fauna registradas

Especie	Nombre común	ANAM	UICN	CITES	Endémico
MAMIFEROS					
Alouatta coibensis trabeata	Mono aullador de Coiba	CR	CR	I	X
Ateles geoffroyi azuerensis	Mono araña	EN	EN	II	
Cebus capucinus	Cariblanco	VU		II	
Subtotal: tres especies					
ANFIBIOS					
Craugastor azueroensis	Rana	CR	EN		X
Incilius signifer	Sapo				X
Dendrobates auratus	Rana venenosa	VU	LR	II	
Subtotal: tres especies					
AVES					
Tinamus major	Tinamú grande	VU			
Sarcoramphus papa	Gallinazo rey	EN		III	
Leucopternis albicollis	Gavilán blanco	VU		II	
Asturina nitida	Rapaz	VU		II	
Buteo magnirostris	Rapaz	VU		II	
Buteo platypterus	Rapaz	VU		II	
Milvago chimachima	Caracará	VU		II	
Brotogeris jugularis	Perico barbinaranja	VU		II	
Pionus menstruus	Loro	VU		II	
Otus choliba	Búho	VU		II	
Pulsatrix perspicillata	Búho de anteojos	VU		II	
Phaethornis superciliosus	Ermitaño colilargo	VU		II	
Phaethornis longuemareus	Ermitaño chico	VU		II	
Klais guimeti	Colibrí cabecivioleta	VU		II	
Chlorostilbon assimilis	Esmeralda jardinera	VU		II	
Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	VU		II	

Especie	Nombre común	ANAM	UICN	CITES	Endémico
Amazilia Edward	**Amazilia ventrinivosa**	**VU**		**II**	
Amazilia tzacatl	**Amazilia colirrufa**	**VU**		**II**	
	Subtotal: 18 especies				
	TOTAL: 24 especies				

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.37 EN LA PÁGINA 7-250 EN EL PUNTO 7.3.1. REPRESENTATIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS SE INDICA "... EL PRESENTE ESTUDIO DE LÍNEA BASE NO REPOT A LA PRESENCIA DE ECOSISTEMAS FRÁGILES QUE PUEDAN SUFRIR ALGÚN DAÑO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO", MIENTRAS QUE EN EL PUNTO 7.3.2. CONCLUSIONES SE INDICA "... EL PRESENTE ESTUDIO NO HA IDENTIFICADO ECOSISTEMAS FRÁIGILES. SIN EMBARGO SE HAN IDENTIFICADO DOS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA POR SER LAS DE MAYOR NIVEL DE CONSERVACIÓN. CORRESPONDEN A DOS ÁREAS DE BOSQUE SECUNDARIO MADURO COLINDANTES CON LA HUELLA DEL PROYECTO, UNA EN EL SECTOR DE QUEBRADA SECA Y LA OTRA AL SUR DE CERRO QUEMA". EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁL ES A SU CRITERIO LA DIFERENCIA ENTRE UN ECOSISTEMA FRÁGIL Y UN ÁREA DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA. UBICAR EN CARTOGRAFÍA LAS DOS (2) AREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA IDENTIFICADAS, DEMARCANDO SUS LÍMITES JUNTO CON LA HUELLA DEL PROYECTO A LOS EFECTOS DE IDENTIFICAR EVENTUALES SUPERPOSICIONES ENTRE LA HUELLA DEL PROYECTO Y LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA. ACLARAR SI CONSIDERA QUE EL PROYECTO PRODUCIRÁ ALGÚN TIPO DE AFECTACIÓN A LAS DOS ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA IDENTIFICADAS. SEÑALAR CUÁL SERÍA LA AFECTACIÓN QUE SE PRODUCIRÍA SOBRE ESTAS DOS ÁREAS

Para la identificación de ecosistemas frágiles nos apoyamos en la definición según el Capítulo I del Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, en donde se entiende como área ambientalmente frágil al "*espacio geográfico que, en función de sus condiciones de geoaptitud, de capacidad de uso del suelo, de los ecosistemas que lo conforman, o bien de su particularidad socio-cultural, presenta una capacidad de carga limitada y, por tanto, restricciones técnicas para su uso en actividades productivas o para la realización de otras actividades*". También nos apoyamos en la definición proveniente del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1090 que aprueba la Ley forestal y de fauna silvestre de Perú, donde se define específicamente a un ecosistema frágil como "*aquel ecosistema con características o recursos singulares con baja resiliencia (capacidad de retornar a sus condiciones originales) e inestable ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica, que producen en el mismo, una profunda alteración en su estructura y composición. La condición de fragilidad es inherente al ecosistema y sólo se manifiesta bajo las condiciones de disturbio*".

En tal sentido, no se han identificado ecosistemas frágiles en el área de estudio de la línea base biológica.

Por otro lado, se identificaron dos áreas de bosque secundario de mayor estado de conservación, por lo que se definieron como áreas de importancia ecológica con el propósito de orientar a los tomadores de decisiones, dándoles referencias de áreas con mayor grado de conservación. Si bien estamos hablando de bosques secundarios, no existen en la cercanía a la huella del proyecto referentes (cercanos o colindantes) para orientar a la recuperación del bosque originario del lugar. Estos espacios son los mejores puntos de referencia inmediata sobre la riqueza de especies del área de estudio, tanto de flora como de fauna. Asimismo son espacios atractivos por las especies de primates que encuentran ahí frutos apetecibles (dos de ellas, subespecies endémicas de Azuero). Estas dos especies de primates (*Ateles geoffroyi azuerensis* y *Alouatta coibensis trabeata*) han demostrado ser tolerantes a las actividades humanas, habiéndose encontrado alimentándose incluso en cercas vivas en la región de Azuero (Méndez-Carvajal, 2013; citado en el documento del EsIA).

La Figura 7.1-2 del documento EsIA (*Mapa de sitios de vegetación en el área de estudio*), muestra estas dos áreas y su superposición con la huella del Proyecto., demarcando también sus límites. Viendo la leyenda de la figura, se identifican como *Bosque secundario maduro*. Las mismas áreas se encuentran descritas en el punto 7.1.1.3.1.2.2 *Bosque secundario maduro*.

El 4.3% (5.49 hectáreas) de la superficie de la huella del Proyecto corresponde a esta formación vegetal. Las dos áreas de bosque secundario maduro afectadas cuentan con una superficie de 0.49 hectáreas. Es así que se perdería un total de 5.98 hectáreas.

2.38 LA EXPLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE HAN SIDO INCLUIDOS EN EL CAPÍTULO 9, SE CONSIDERA POCO DESARROLLADA PARA UN PROYECTO MINERO DE ESTAS CARACTERÍSTICAS. SI BIEN TODOS LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS HAN SIDO INCLUIDOS EN LAS TABLAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS, EN EL TEXTO DEL INFORME SÓLO SE EXPLICAN LOS IMPACTOS DE NIVEL ALTO Y SE OMITE EXPLICAR LOS DE NIVEL MODERADO O BAJO. POR OTRO LADO, LA EXPLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS DE NIVEL ALTO EN EL TEXTO DEL INFORME, SE LIMITA A LA MERA ENUNCIACIÓN DE LOS VALORES APLICADOS A LAS VARIABLES DEL POLINOMIO EN LAS TABLAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS. NO SE INCLUYE UNA EXPLICACIÓN DETALLADA DEL IMPACTO QUE SE MENCIONA, NI UNA JUSTIFICACIÓN DE LA VALORACIÓN QUE SE LE DA. NO SE EXPLICA CUÁLES SON LAS FUENTES QUE GENERAN EL IMPACTO, LOS LUGARES DONDE SE MANIFESTARÍA O LAS CONSECUENCIAS DE SU MANIFESTACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS, ENTRE OTROS ASPECTOS. EL CAPÍTULO DE IMPACTOS AMBIENTALES NO INCORPORA VÍNCULOS CON LOS CAPÍTULOS DE ESTUDIOS DE LÍNEA DE BASE NI CON EL CAPÍTULO DE LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO, YA QUE ESOS ASPECTOS ESTÁN AUSENTES DE LA DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. DICHO TODO LO ANTERIOR, SE DEBE INCLUIR EN EL CAPÍTULO UNA DESCRIPCIÓN DETALLADA Y LA DEBIDA JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE TODOS LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.INCLUIR EN LA EXPLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE CADA IMPACTO SU RELACIÓN CON LOS ESTUDIOS DE LÍNEA DE BASE Y LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.39 ORGANIZAR EL CAPÍTULO 9 SEPARANDO LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR CUATRO (4) ETAPAS DE PROYECTO (CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE). ORGANIZAR EL TRATAMIENTO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE CADA ETAPA DE PROYECTO, RESPETANDO LA SIGUIENTE SECUENCIA:

- **ACCIONES DE PROYECTO GENERADORAS DE IMPACTOS EN ESA ETAPA.**
- **FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS EN ESA ETAPA.**
- **IMPACTOS AMBIENTALES QUE SE ANALIZAN PARA ESA ETAPA.**
- **TABLA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS PARA ESA ETAPA.**
- **EXPLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE TODOS LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA ESA ETAPA**

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.40 INCLUIR EN LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE IMPACTOS LOS VALORES QUE PUEDE TOMAR LA VARIABLE EF (EFECTO) Y CORREGIR LA VARIABLE EF EN TODAS LAS TABLAS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.41 EN EL ENCABEZADO DE LAS TABLAS 9.2.8, 9.2.9 Y 9.2.10 LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN NO COINCIDEN CON LOS QUE SE PRESENTAN EN LA ECUACIÓN SF DE LA PÁGINA 9-38. TAMPOCO COINCIDEN CON LOS QUE SE PRESENTAN EN LA TABLA 9.3.1 DE LA PÁGINA 9-36. CORREGIR LAS INCONSISTENCIAS OBSERVADAS ENTRE LAS TABLAS DE VALORACIÓN Y TEXTOS DEL INFORME.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.42 LOS VALORES DE VI EN LAS TABLAS 9.2.8, 9.2.9 Y 9.2.10 NO CONSIDERAN EL VALOR DE CA (SIGNO) YA QUE TODOS LOS RESULTADOS DE VI SON POSITIVOS (>0) YA SE TRATE DE IMPACTOS POSITIVOS O NEGATIVOS. CORREGIR LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS CONSIDERANDO EL SIGNO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.43 INCLUIR DENTRO DEL IMPACTO DE GENERACIÓN DE GASES, VAPORES Y AEROSOLES EL ANÁLISIS DEL EVENTUAL RIESGO DE DISPERSIÓN DE VAPORES O AEROSOLES DE LA PILA DE LIXIVIACIÓN Y DEL PROCESO METALÚRGICO ASÍ COMO SUS POSIBLES EFECTOS AGUAS DEBAJO (VIENTOS DOMINANTES, VIENTOS CATABATICOS).

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.44 EXPLICAR Y JUSTIFICAR EL IMPACTO DE AFECTACIÓN DE LA RED DE DRENAJE, MOSTRANDO EFECTIVAMENTE CUÁL SERÍA LA AFECTACIÓN DE LA RED DE DRENAJE Y SUS EVENTUALES EFECTOS SOBRE LOS USOS DE AGUA QUE HACE LA POBLACIÓN UBICADA AGUAS ABAJO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.45 EXPLICAR Y JUSTIFICAR EL IMPACTO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL POR DESECHOS, ACEITES, GRASAS O HIDROCARBUROS Y POR TRANSPORTE DE MATERIAL EN SUSPENSIÓN, MOSTRANDO EFECTIVAMENTE CUÁL SERÍA LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL (FUENTES CONTAMINANTES, PUNTOS DE CONTAMINACIÓN, MAGNITUD DE LA CONTAMINACIÓN) Y SUS EVENTUALES EFECTOS SOBRE LOS USOS DE AGUA QUE HACE LA POBLACIÓN UBICADA AGUAS ABAJO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.46 PRESENTAR UNA EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE LA EVENTUAL AFECTACIÓN DE LA CALIDAD, USO Y DISPONIBILIDAD ACTUAL DE CAUDALES EN QUEBRADAS, RÍOS Y MANANTIALES.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.47 PRESENTAR UNA EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE LA EVENTUAL AFECTACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE CAUDALES DE AGUA SUBTERRÁNEA Y DE MANANTIALES EN LA ZONA.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.48 INCLUIR LA EXPLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA. DESTACAR Y JUSTIFICAR DE MANERA FUNDADA CUÁL SERÍA LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA (FUENTES CONTAMINANTES, PUNTOS DE CONTAMINACIÓN, MAGNITUD DE LA CONTAMINACIÓN). DESTACAR Y JUSTIFICAR DE MANERA FUNDADA CUALES SERÍAN LOS EVENTUALES EFECTOS SOBRE LOS USOS DE AGUA SUBTERRÁNEA QUE HACE LA POBLACIÓN UBICADA EN LAS PROXIMIDADES DEL PROYECTO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.49 AMPLIAR LA DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO DE INCREMENTO DE LA EROSIÓN, YA QUE NO SE EXPLICA CUÁL SERÍA EL INCREMENTO EN LA EROSIÓN NI RESPECTO DE QUE SE VERIFICARÍA ESE INCREMENTO. TAMPOCO SE EXPLICA DÓNDE SE VA A PRODUCIR EL INCREMENTO DE LA EROSIÓN, CUÁLES SERÍAN LAS CAUSAS EN CADA PUNTO O QUE CONSECUENCIAS PODRIA TENER SOBRE DISTINTOS FACTORES AMBIENTALES (AGUA SUPERFICIAL, PECES, ETC).

El impacto identificado básicamente para las tareas de corte de vegetación y desarraigue y movimiento de tierras. Este impacto se dará debido a la exposición de la superficie del suelo debido al cambio en su cobertura durante la

construcción, sometiéndose a las presiones ambientales propias de la precipitación y el viento (erosión pluvial y eólica).

Estudios de pérdida de suelos llevados a cabo en el área, durante el año 2015, indican que podrían esperarse incrementos de 0.5 ton/ha/año cuando la superficie cambia de pasto a suelo desnudo en terrenos con 20% de pendiente, en tanto que si el cambio es de bosque a suelo desnudo tales cambios podrían ser de 2.3 ton/ha/año para la misma pendiente.

En terrenos con pendientes de 40% y para los mismos cambios en cobertura, pasto a suelo desnudo y bosque a suelo desnudo, estos incrementos podrían ser de 5.5 ton/ha/año y de 5.9 ton/ha/año, respectivamente.

Este incremento en la erosión deriva en un aumento en la cantidad de sólidos en suspensión para las aguas de escorrentía, concentraciones que variaran en función de los volúmenes de escorrentía que pudieran darse.

2.50 EVALUAR EL IMPACTO DE CAMBIOS EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS PRÓXIMOS AL PROYECTO BASADO EN UN MODELO MATEMÁTICO DE LA DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA DE MATERIAL PARTICULADO, YA QUE LOS CAMBIOS EN LA CALIDAD DE LOS SUELOS PRÓXIMOS AL PROYECTO MINERO SUELEN ESTAR NORMALMETE RELACIONADOS CON LA DEPOSICIÓN DE MATERIAL PARTICULADO QUE ARRASTRA EL VIENTO, ESPECIALMENTE CUANDO EL MATERIAL PARTICULADO ARRASTRA MATERIALES

MCQSA actualmente trabaja en un modelo con las concentraciones de macro y micronutrientes obtenidos en estos suelos a partir de los análisis de las muestras analizadas en el año 2014 en el Laboratorio de Suelos del Idiap (ver la sección 6.3 Suelos del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Cerro Quema para la extracción de óxidos de oro).

Probablemente el impacto de cambios en la calidad de los suelos próximos, debido al movimiento de material particulado, sea muy baja considerando la deficiencia propia en nuestros trópicos de macro nutrimentos como el Nitrógeno y otros que muestran los análisis como el Fósforo. Otro aspecto evidenciado en las muestras analizadas es que un 80% mostró valores bajos de capacidad de intercambio catiónico, propiedad altamente relacionada al material fino del suelo (arcillas), aquel que podría formar parte del material particulado.

Los impactos sobre la deposición de metales a partir de las operaciones mineras en los suelos serán evaluados utilizando el modelo de dispersión material particulado que actualmente se encuentra en desarrollo. El modelo AERMOD pronosticara la deposición como un flujo de masa en unidades de gramos por metro cuadrado (g/m2) o gramos por hectárea. Utilizando la composición de las partículas peligrosas o tóxicas contenidas en el material particulado, se estimara la deposición total de estas partículas y luego se realizara la comparación con los

umbrales de toxicidad para cada para evaluar el impacto potencial sobre los metales absorbidos en el suelo. Los resultados de la modelización se presentarán próximamente.

2.51 AMPLIAR LA DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO DE PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL INDICANDO CUALES SON LAS UNIDADES DE VEGETACIÓN QUE SE PIERDEN, CUAL ES EL AREA QUE SE PIERDE DE CADA UNIDAD (HA) Y CUAL ES EL VALOR ECOLOGICO PARA LA ZONA DE CADA UNIDAD DE VEGETACIÓN

Evidentemente, antes del inicio de las obras de construcción específicamente durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, se llevara a cabo la eliminación de gran parte de la cobertura vegetal existente, principalmente bosques intervenidos que representa el 47.54% de la cobertura vegetal en la huella del proyecto; mientras que 16.40% es rastrojo.

A nivel de unidades de vegetación de valor ecológico que se reducirán producto de la etapa de construcción serian el Bosque Secundario joven que cubre el 54.08% de la superficie de la huella del proyecto; el mismo está compuesto por arbustos de diferentes especies pioneras y algunos árboles dispersos, observándose que en AID este tipo de vegetación se encuentra en diferentes estado de sucesión vegetal. Esta vegetación se formó en lugares donde anteriormente se utilizaba como potreros o cultivos.

En cuanto al bosque secundario maduro representa el 4.32% de la superficie en la huella del proyecto. Este tipo de bosque presenta dos características: en la sección superior de Quebrada Seca presenta cierto grado de intervención, El sotobosque en este punto fue duramente intervenido por un incendio hace aproximadamente 15 años, según información brindada por los lugareños. Por ello es que el número de árboles con DAP menor a 15 cm se ha visto reducido, ya que durante el incendio muchos de éstos desaparecieron. No obstante se ha mantenido como uno de los sectores con mayor diversidad arbórea. Mientras que en el área conocida como Casa de Piedra, al sur de cerro Quema, el bosque se encuentra en mejor estado de conservación En él dominan árboles de satra (*Garcinia intermedia*), tal como se muestra en la Foto 7.1-7, y de cierrito (*Eugenia sp.*), que son especies que producen frutos apetecidos por diversos animales.

Se ha estimado, con base en el diseño conceptual del Proyecto, que este impacto propiciará la eliminación de una superficie de vegetación de aproximadamente de 203.8 hectáreas que serían aquellas donde se desarrollara las facilidades del Proyecto Minero.

2.52 INCLUIR UN ANALISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE IMPACTO DE AFECTACIÓN DE ESPECIES PROTEGIDAS Y /O DIVERSIDAD FLORISTICA QUE SE PODRIA PRODUCIR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

La diversidad florística presente en la huella del proyecto, necesariamente serán afectadas con una actividad que está entre las primeras a realizar denominada corte de vegetación y desarraigue, la cual es necesaria ejecutar durante la fase de construcción. Dentro de la huella del proyecto el área destinada a las Facilidades del proceso de lixiviado (P15, P16, P17) y Deposito de roca estéril (P13, P14, P17) serán las área más afectada, en cuanto a la perdida de la diversidad de la flora, según los resultados obtenidos con los índice de diversidad de Renyi; el tipo de vegetación presente en esta áreas es de bosque secundario joven y bosque secundario maduro. Tomando en cuenta el grado de perturbación que han tenido estos bosques actualmente presentan una buena diversidad de flora. Los mayores valores de diversidad, así como los más altos niveles de desarrollo del bosque se encuentran localizados en las áreas de bosque secundario maduro el cual ocupa un 4.3% de la superficie de la huella del proyecto.

Es importante destacar que durante el levantamiento de línea base se tomó en cuenta áreas aledañas al proyecto, se pudo comprobar que el área donde se realizó la P2 tiene una diversidad más alta que otras parcelas que están ubicadas dentro de la huella del Proyecto; por lo cual consideramos que las áreas más ricas en especies de árboles se encuentran fuera de la huella del Proyecto. Se estima una riqueza potencial de especies de árboles para el área de estudio que oscila entre 80 y 113 especies. La diversidad de árboles dentro de la huella del Proyecto es menor a aquella registrada en las formaciones de vegetación adyacentes a la misma (Sección 7).

En la actualidad MCQSA, ha logrado recuperar 768 ha de bosque en las áreas de propiedad de la empresa dentro de la concesión minera. Además ha mantenido y conservado 32 de bosque dentro de la huella del proyecto. Estas actividades son parte del plan de revegetación que desarrolla la empresa.

2.53 INCLUIR UN ANALISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE AFECTACIÓN DE ESPECIES PROTEGIDA O DE INTERES ESPECIAL DE LA FLORA QUE PODRIA PRODUCIR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

En el periodo de construcción, el corte y desarraigue serán las actividades responsable de causar un impacto sobre las especie de interés especial. La flora que recibirá este impactos son aquella que se encuentran protegidas bajo ley nacional o estén con alguna condición de peligro según UICN, Cites.

A partir de la información obtenida en la línea base biológica se registraron cuatro especies de interés especial, las cual se encuentran categorizada como

"vulnerables" por la legislación nacional (es decir, es una especie que no está críticamente en peligro, pero tiene un alto riesgo de extinción en estado silvestre en un futuro mediato).

De estas solo tres especies (*Astronium graveolens, Cedrela odorata, Eppiphyllum phyllanthus*), la encontramos dentro de la huella del proyecto. En lo que respecta a la especie *Terminalia* amazonia solo se obtuvo un registro del mismo y el cual se ubica en la Parcela #3, está fuera de la huella del proyecto (Sección 7).

Dado que en las áreas fuera de la huella del proyecto (Parcela #2 y Parcela #4) el bosque secundario tiene un mejor estado de conservación, se obtuvieron mayores registro (N= 15 individuos) de la especie *Astronium graveolens,* mientras que dentro de las facilidades del proyecto se obtuvo un registro de tres individuos, por lo cual la afectación para esta especie seria baja. En lo que respecta a la especie Cedrela odorata se obtuvieron cinco registros, de los cuales uno fue fuera de la huella del proyecto (Parcela #4), dos dentro de la huella del proyecto y otros dos dentro de las facilidades del proyecto. Para la misma se tiene establecido medidas dentro del Plan rescate y reubicación de flora.

2.54 AMPLIAR LA DESCRIPCION DEL IMPACTO DE INCREMENTO DE LA FRAGMENTACIÓN DEL HABITAT INIDCANDO EL TIPO DE HABITAT QUE SE FRACCIONE, TIPO DE FRAGMENTACION, VALOR ECOLOGICO DEL HABITAT QUE SE FRACCIONE Y LAS ESPCEIS CUYO HABITAT SE CONSIDERA SUJETO A FRAGMENTACION.

En el período de construcción, las actividades correspondientes a corte de vegetación y desarraigue; movimiento de tierra, excavación, voladuras, relleno, montaje de infraestructuras, entre otras; serán las responsables de la eliminación de parte del hábitat existente. La pérdida de la cobertura vegetal, principalmente bosques secundario (en diferentes etapas de desarrollo o grado de perturbación), herbazales, así como las de plantaciones de acacias y coníferas, junto con el deterioro de otros elementos bióticos y abióticos, ocasionaran que la fauna que se encuentra en la huella del proyecto se vea desprovista de sitios adecuados para procurar su supervivencia. Además de la reducción de la superficie vegetal, la pérdida de hábitat puede llegar a incrementar la fragmentación y el aislamiento, formándose barreras que limiten procesos naturales como la distribución natural de especies, reproducción, dispersión de semillas, entre otros.

Tomando en cuenta el alto grado de intervención de los ecosistemas del área de estudio por actividades antropogénicas externas, las especies de fauna registradas son de carácter generalista, muy tolerantes a la perturbaciones en el hábitat. De los cuales podemos mencionar las especies de quirópteros registrados en la huella del proyecto; las mismas responden significativamente a las características de la composición y configuración del paisaje, incrementando su abundancia en sitios moderadamente fragmentados, explotando densidades

elevadas de recursos de alimento, en bosque intervenidos en diferente estado de sucesión vegetal.

Durante el levantamiento de la línea base se registraron dos subespecies de primates endémicos de la península de *Azuero Alouatta coibensis trabeata* y *Ateles geoffroyi azuerensis*, la principal amenaza que tienen estas especies es la deforestación la cual ha fragmentado las poblaciones de estos primates llevándolos a hacinarse en reductos de bosque. Para el área de la península de Azuero estas especies son reconocidas por mantener poblaciones cercanas a áreas altamente impactadas; lo que ha permitido su presencia en lugares con bosques remanentes y cercas vivas como conectores (Méndez-Carvajal, 2005 y Méndez-Carvajal, 2013).

El registro de estas dos especies de primates, así como el importante número de especies del orden Carnívora, son indicadores de un buen estado de conservación de áreas de bosques alrededor de la huella del Proyecto y de la recuperación de hábitat en las tierras del Proyecto donde se han visto limitadas las actividades de tala y quema en las unidades de vegetación. Como parte de las medidas recuperación de los bosque MCQSA ha recuperado de 32 hectáreas de bosques y la reforestado de otras 768 hectáreas en las áreas de propiedad de le empresa (áreas de concesión minera) .Por otro lado, se ha contemplado la reforestación de 120 hectáreas con especies locales como medida de compensación.

Este proyecto toma en consideración crucial la conservación de cada población de estos primates que pueda ser encontrado, y evitar a toda costa la translocación de su zona original o bien su cacería, ya que al no ser compartido su endemismo con otro país, estamos hablando de la única población existente para esta subespecie a nivel mundial.

Como partes de las medidas de reforestación se contemplaron 27 especies locales de las cuales el corotú (Enterolobium cyclocarpum), espavé (Anacardium excelsum), guayacán (Tabebuia guayacan), mamon (Melicoocus bijugatus), jobo (Spondias mombin) se escogieron por ser especies de consumo de las especies Alouatta coibensis trabeata y Ateles geoffroyi azuerensis.

2.55 INCLUIR UN ANALISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DEBIDO A LA PERDIDA DE RIQUEZA O DE DIVERSIDAD FAUNISTICA QUE PODRIA PROUCIR LA IMPLENTACION DEL PROYECTO.

Las actividades como corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierra, voladuras, excavaciones; generarán perdida de la riqueza faunística en la huella del proyecto. Estas actividades ocasionarán un aumento en los niveles sonoros. Dichas perturbaciones se reflejarán principalmente en el alejamiento de los animales del área de construcción. Las mismas, interferirán en actividades diarias de las distintas especies; ya sea alimentación, descanso, búsqueda de pareja, apareamiento, relación depredador-presa, nidificación, etc. Esto interrumpirá el

desarrollo normal del comportamiento de las especies, ahuyentándolas quizás hacia sitios alejados en busca de un nuevo hábitat. Probablemente, algunos ejemplares ahuyentados, podrían encontrar refugio en áreas boscosas cercanas al área del proyecto. Recordemos que fuera de la huella del proyecto encontramos bosque secundario maduro con buena diversidad de flora, lo cual puede proveer de refugio y alimento.

Debido a la perturbación ya existente en los hábitats de ambos sectores, principalmente en el Este, la riqueza de especies de fauna registrada fue relativamente buena. No obstante, este sitio alberga un total de 141 especies de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) cuyas poblaciones se verán afectadas por el proyecto.

En la fase de operación, una vez que cesen las actividades de construcción, los ejemplares de la fauna silvestre que fueron alejados de su hábitat podrían retornar al área, al menos a las áreas con vegetación que no fueron necesarias talar durante la construcción. A pesar de que se generará cierto cambio en el uso del suelo; el diseño del proyecto contempla mantener áreas de vegetación que permitan conservar, en cierta medida, parte del paisaje natural del sitio, por lo que se espera el retorno de algunas especies de la fauna silvestre en el área de las instalaciones del proyecto.

2.56 INCLUIR UN ANALISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE AFECTACIÓN D ESPECIES PROTEGIDAS O DE INTERES ESPECIAL DE LA FLORA QUE PODRIA PRODUCIR LA IMPLEMTACIÓN DEL PROYECTO.

Ver respuesta punto 2.53.

2.57 PRESENTAR UNA DESCRIPCION DETALLADA DEL IMPACTO POR LA AFECTACIÓN DE ESPECIES PROTEGIDAS O DE INTERES ESPECIAL DE LA FLORA QUE PODRIA PRODUCIR LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO INIDCANDO CUALES SERIAN LAS ESPECIES DE INTERES AFECTADAS POR EL PROYECTO Y SI LA FECTACIÓN DE ESTAS ESPECIES SE PRODUCIRIA POR MUERTE O LESION.

Es un impacto de carácter accidental a lo largo de todas las etapas del Proyecto, ya que en el mismo se generará cierto tráfico vehicular. Dicho tráfico ocurrirá, principalmente por el paso de camiones, maquinaria de equipo pesado y vehículos para el transporte de materiales, equipo y personal. Esto intensificará las probabilidades de atropello sobre los animales provocando la muerte o lesión de la fauna de interés especial (ya sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo), afectando las densidades de población o el número de individuos por especies. Cabes señalar que este impacto cobra mayor importancia durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, en áreas de mayor densidad de flora como lo son el depósito de roca estéril Chontal y

las facilidades del proceso de lixiviación A partir de lo anteriormente mencionado las especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles) serían aquella que podrían ser afectadas, aquellas especies que no hayan podido salir de su madriguera(roedores , mamíferos medianos); y aquellos que permanezcan en nidos (pichones).

2.58 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DEBIDO A LA PERDIDA DE HABITAT, PERDIDA DE RIQUEZA O DIVERSIDAD, E IMPACTO SOBRE ESPECIES DE INTRÉS EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

La riqueza o diversidad en los ecosistemas acuáticos del área de estudio se analizó a través del perifiton, insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces. No se registraron especies de interés en ninguna de las estaciones de muestreo. Únicamente se observaron taxones y especies comunes.

Se espera que el proyecto minero no afecte la riqueza de especies de ecosistemas acuáticos. La remoción de suelo de los tajos se realizará en las partes altas y de manera escalonada. Asimismo, la construcción de las facilidades se realizará de manera controlada, de manera que no se vean afectados los causes del río Quema y quebrada de Quema.

2.59 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE REVERSIÓN DE TENDENCLA DEMOGRÁFICA, YA QUE NO SE EXPLICA DE QUÉ SE TRATA NI QUE ALCANCE TIENE ESTE IMPACTO.

Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se detalla en la sección 8, en el punto 8.2.1.1, la situación demográfica en la zona del Proyecto. Con base a ello, se ha realizado el siguiente análisis y justificación del impacto de reversión de tendencia demográfica, en el cual se explica nuevamente la situación actual:

La provincia de Los Santos tiene tan solo el 2.6% de la población de la República de Panamá según el Censo de 2010, la cual ocupa el penúltimo lugar, sólo seguida por la provincia de Darién (Censo de Población y Vivienda de 2010). Asimismo, la dinámica poblacional en los distritos de Macaracas y Tonosí, que es el área de desarrollo del Proyecto es particularmente inusual. La proyección de crecimiento estimada entre el año 2010 y 2020 muestra que estos dos distritos son los únicos en esta provincia que proyectan un decrecimiento en este periodo. Esta dinámica demográfica muestra una tendencia similar en las comunidades de referencia para este Proyecto. Si bien los datos censales establecen un número de habitantes y viviendas; durante el periodo en que se llevaron a cabo las visitas a las comunidades (encuestas a hogares, entrevistas, etc.), se pudo constatar que el número de viviendas habitadas y el de habitantes, es significativamente menor al que muestran las cifras del censo de 2010.

Sobre el particular, las hipótesis apuntan como causales de este fenómeno (entre otras), a que la población de estas comunidades está en decrecimiento. Este fenómeno obedece también a una variedad de causas, entre las que estarían: (1) la falta de fuentes de empleo e ingresos, (2) escasos y deficientes servicios públicos en materia diversa (salud, educación, vivienda), (3) falta de tierras para las actividades productivas y reproductivas (agropecuarias, comerciales, agroindustriales, crecimiento de las familias, etc.) que a su vez se ha dado en los últimos años por una tendencia de los pobladores de vender sus tierras propiciando el acaparamiento por terratenientes.

Por otro lado ni bien se menciona en el punto 8.2.1.1.3 Esperanza de vida, la esperanza de vida estimada y proyectada para la provincia de Los Santos se ha ido incrementado con los años: 2000 (75 años), 2010 (78 años), 2020 (80 años) y 2030 (81 años). Esto junto a los rasgos antes expuestos, da evidencias de que esta provincia está entrando en una fase de temprana a moderada transición demográfica (disminución de la población (Contraloría General de la República, 2012).

Tal y como se explica en el punto 9.3.4.1 de la sección 9 del EIA del Proyecto Minero Cerro Quema, se identificó el impacto potencial de reversión de la tendencia demográfica (POB-1), tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población (explicado en la LBS sección 8 del EIA) que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblacional se evalúa en periodos mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones, y para la actividad de contratación de personal; ya que como consecuencia de ello se generaran oportunidades de empleo local para la población, quien tendrá otra opción en lugar de emigrar a otras zonas en busca de mejores condiciones de calidad de vida.

2.60 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO SOBRE LAS VIVIENDAS DE LAS COMUNIDADES LOCALES QUE PODRÍA PRODUCIR LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.61 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO EN CUANTO A POSIBLES CAMBIOS EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN LOCAL.

Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se explican a lo largo de la Sección 8 en el punto 8.2, diversos indicadores de la calidad de vida de la población local tales como: índices demográficos, sociales y

económicos; índice de mortalidad y morbilidad; índices de ocupación laboral; equipamiento, servicios , entre otros.

Por otro lado, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional.

Los posibles conflictos e impactos que se puedan generar son previsibles si desde la etapa de elaboración hasta el cierre del proyecto se considera la dimensión ambiental. Así, el proyecto asigna un presupuesto para su rehabilitación, y también para la prevención y mitigación de impactos; siendo fundamental la participación de las comunidades y de las autoridades nacionales, regionales y locales para garantizar el cumplimiento de los compromisos socio ambientales.

Considerando lo anteriormente expuesto, y la información recopilada en los estudios de línea base, se espera que el proyecto minero Cerro Quema no genere un impacto final negativo al conjunto de las comunidades localizadas en el área de influencia. Por el contrario, se espera que beneficie a los pobladores mediante la generación de empleo en las etapas de construcción, operación y cierre/post cierre, generando además nuevas capacidades y experiencia en el personal local. La estabilidad laboral será un impulso para los comercios locales, y, el pago por los servicios públicos así como por concepto de impuestos y permisos se debe ver reflejado en las comunidades cercanas, mejorando su calidad de vida.

2.62 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR POSIBLES AFECTACIONES A COMUNIDADES INDÍGENAS, YA QUE NO SE INDICA SI EXISTEN O NO COMUNIDADES INDÍGENAS CERCANAS AL PROYECTO.

No existen comunidades indígenas cercanas al Proyecto, es por ello que no se ha considerado ese impacto.

2.63 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE INCREMENTO DE LA CAPACITACIÓN Y COMPETITIVIDAD, YA QUE NO SE EXPLICA DE QUÉ SE TRATA ESTE IMPACTO NI SE JUSTIFICA PORQUE RAZÓN SE LO CONSIDERA DE NIVEL MODERADO.

Tal como se explica en la sección 9 en el punto 9.3.4.2.2, la experiencia adquirida por el personal, a lo largo de las tres etapas del Proyecto generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por la empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y fortalecimiento de habilidades en el personal.

Asimismo en el punto 9.2 de la sección 9 del EIA se desarrollo la metodología utilizada para la valoración de impactos y de acuerda a ella se clasifica como impactos moderados a los que cumplen estas características:

- La valoración es mayor que 25 pero menor o igual que 50, luego aplicar la prueba con los criterios especificados en la Tabla 9.2.1 del EIA.

Ampliando un poco la justificación y el alcance del impacto, vale recordar que muchos grupos de interés locales sienten que no cuentan con las destrezas adecuadas para trabajar en el sector minero y que probablemente la mayoría de los puestos de trabajo serán ocupados por personas calificadas que vengan de otros lugares. Por ello, el objetivo de los programas de capacitación en operación de maquinaria pesada y trabajos técnicos servirá de ayuda para que el personal local pueda obtener los trabajos que requieran de dichas capacidades técnicas.

La capacitación es necesaria para: mejorar las capacidades, incluyendo las capacidades profesionales, necesarias para lograr un mejor desempeño laboral y la promoción de todos los empleados; permitir la promoción de los trabajadores, abriendo así puestos adicionales para otras contrataciones locales y panameñas. Asimismo, los beneficios de la capacitación no acaban con el Proyecto sino que se transfieren a nuevos puestos de trabajo tanto a nivel local como en cualquier parte en el país, aunque la capacitación directa relacionada con MCQSA haya terminado.

2.64 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES, YA QUE NO SE EXPLICA DE QUÉ SE TRATA ESTE IMPACTO NI SE JUSTIFICA PORQUE RAZÓN SE LO CONSIDERA DE NIVEL MODERADO.

Tal como se explica en la sección 9 en el punto 9.3.4.6.2 Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2), este impacto potencial es identificado debido a que durante el desarrollo de las etapas del Proyecto existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos, resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), etc.

Asimismo en el punto 9.2 de la sección 9 del EIA se desarrollo la metodología utilizada para la valoración de impactos y de acuerdo a ella se clasifica como impactos moderados a los que cumplen estas características:

- La valoración es mayor que 25 pero menor o igual que 50, luego de aplicar la prueba con los criterios especificados en la Tabla 9.2.1 del EIA.

Adicionalmente, y con base a lo establecido en el EIA, se puede decir que durante

la construcción y las operaciones, los posibles impactos para la salud, seguridad y seguridad física de la comunidad podrían originarse a partir de las emisiones atmosféricas, la generación de polvo, las frecuencias de ruido y el retiro y la descarga del agua. Las actividades del Proyecto que posiblemente causen estos tipos de impactos incluyen el movimiento de los vehículos, el uso de equipos, el control de la escorrentía del agua, el control de sedimentos, el almacenamiento de cenizas y relaves, la liberación de aguas tratadas y el manejo de residuos sólidos de todos los tipos.

Por otro lado, MCQSA ha realizado una modelación de ruido y de vapores y gases las cuales indican que los niveles de ruido pronosticados, por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. De igual forma, MCQSA ha realizado una modelación de gases y vapores que indica que las emisiones pronosticadas a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el Proyecto.

2.65 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE EL PROYECTO PODRÍA OCASIONAR SOBRE LOS SERVICIOS DE LOS POBLADOS LOCALES COMO POR EJEMPLO: MAYOR DEMANDA DE ALQUILER DE VIVIENDAS, MAYOR DEMANDA DE SERVICIOS DE SALUD, DE SERVICIOS HOSPITALARIOS, DE SERVICIOS DE COMUNICACIONES, DE SERVICIOS EDUCATIVOS, ETC., DERIVADOS DEL INGRESO DE POBLACIÓN EXTRA REGIONAL PARA TRABAJAR EN EL PROYECTO.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

Las comunidades cercanas de consientes de las oportunidades de trabajo han logrado mejorar la calidad de sus viviendas y comprar bienes no-esenciales. Sin embargo, algunos artículos son costosos.

Asimismo, como ha demostrado el análisis del Capítulo 9, el establecimiento del Proyecto podría causar impactos potenciales en la salud, la educación, los servicios públicos, las carreteras y otras infraestructuras y servicios debido al incremento en la población. Desde una perspectiva positiva, el Proyecto también podría generar cambios en la capacidad administrativa de los gobiernos locales, y generará impuestos y regalías.

Servicios de Salud

Los impactos potenciales del Proyecto respecto a la accesibilidad y calidad de los servicios de salud e infraestructura sanitaria tienen dos aspectos. Pueden surgir impactos negativos en la accesibilidad del crecimiento poblacional, aumentando la

demanda en los servicios que ya son limitados. Por ejemplo, sería difícil manejar el incremento en la incidencia de las ETS. Por otro lado, podrían surgir impactos positivos como consecuencia del incremento en los ingresos gubernamentales en las comunidades locales, los cuales podrían emplearse para mejorar los servicios. El incremento en los ingresos disponibles puede crear un mercado para servicios privados y los beneficios de salud asociados de la reducción en la pobreza pueden disminuir la demanda. Aunque es difícil pronosticar cómo evolucionará la balanza de la demanda de servicios de salud, se espera que ésta aumente

Servicios Educativos

Los vínculos entre el Proyecto y los impactos potenciales en los servicios educativos e infraestructura son similares a aquellos citados anteriormente para los servicios de salud. La mayor preocupación entre las personas del área del Proyecto es que el crecimiento poblacional aumente la demanda de cupos escolares. Los resultados de la consulta y la recolección de datos de línea base indican que hay más niños que van y terminan la escuela, y que las aspiraciones de los padres es que sus hijos encuentren buenos trabajos, para lo cual se necesita una escolarización adecuada. El aumento de los ingresos disponibles y una economía en expansión posiblemente incrementarán la demanda a medida que se necesite menos a estos niños en las labores familiares y que surjan oportunidades de trabajo para los que hayan recibido mayor educación.

Servicios de Emergencia

MCQSA cumplirá con cualquier requisito para operar la mina y las instalaciones asociadas de manera sana y segura.

Otros Servicios e Infraestructura

MCQSA cubrirá los requisitos de energía eléctrica para la operación de la mina y las instalaciones asociadas.

Según lo explicado en el plan de manejo ambiental, se generarán diversos tipos de residuos durante la construcción y operación del Proyecto: residuos domésticos (aguas residuales sanitarias, basura doméstica), residuos industriales no tóxicos, aceite y filtros residuales, y residuos líquidos entre otros. En el plan de manejo ambiental se presentan medidas de mitigación adecuadas.

Análisis de impactos del Proyecto:

Construcción

Servicios de Salud

A pesar de que se reconoce que no es la función de MCQSA brindar servicios básicos de salud a las poblaciones, MCQSA coordinarán maneras de invertir en la

salud de la comunidad. MCQSA incluirá mejoras en la salud como prioridad de desarrollo comunitario. Las medidas de mitigación a implementarse en relación con los servicios de salud incluyen:

- Provisión de servicios de salud a todos los trabajadores, lo cual evitará nuevas demandas sobre los servicios de salud por parte de los trabajadores fuera del área del Proyecto;
- Prevención y minimización de los impactos ambientales que pueden afectar la salud, incluyendo aquéllos que pueden afectar de manera negativa los recursos de subsistencia, como contaminación de áreas de pesca o áreas agrícolas; y
- Programas y capacitación integrales para la salud y seguridad del trabajador.

Servicios de Emergencia

Para ayudar a afianzar la seguridad física y seguridad de los trabajadores y poblaciones locales, se implementarán las siguientes medidas de mitigación:

- Se mantendrá la infraestructura de transporte necesaria (incluyendo señalización e iluminación) y vehículos, y se hará cumplir los códigos de conducta de conductores para reducir los riesgos de tránsito;
- Se colaborará con las organizaciones de seguridad en el área del Proyecto (policía)
- Para compartir información sobre actividades sospechosas o peligrosas;
- Se elaborará la planificación de respuesta ante emergencias; y
- Se implementaran programas de información y educación al público dirigidos a los públicos objetivo adecuados, sobre los riesgos potenciales del Proyecto y preparación de emergencias.

Otros Servicios e Infraestructura

Las medidas de mitigación a adoptarse con respecto a otros servicios e infraestructura incluyen:

- MCQSA sostendrá conversaciones con los organismos gubernamentales sobre el posible apoyo para otros servicios e infraestructura.

La construcción del Proyecto requerirá de mejoras en la infraestructura en los sectores de electricidad, comunicación y suministro de agua, las cuales permanecerán hasta el final de la construcción y será para beneficio de todas las comunidades del área del Proyecto.

Los residuos generados por el Proyecto serán manejados para prevenir la contaminación del ambiente físico circundante a la infraestructura. Se realizará la planificación de la infraestructura y el manejo ambiental para minimizar o eliminar los impactos potenciales. La disposición de residuos se realizará de acuerdo con los protocolos de disposición de residuos de MCQSA, y en un relleno en el sitio,

según las leyes panameñas.

2.66 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE INCREMENTO DE INGRESOS DE INSTITUCIONES PÚBLICAS, YA QUE NO SE EXPLICA DE QUÉ SE TRATA ESTE IMPACTO NI JUSTIFICA PORQUE RAZÓN SE LO CONSIDERA DE NIVEL MODERADO.

Tal y como se explica en la sección 9 del EIA en el punto 9.3.4.3 Impactos al subcomponente administración pública; para este subcomponente se identificó el impacto de Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1), de carácter positivo; el cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales.

Asimismo en el punto 9.2 de la sección 9 del EIA se desarrollo la metodología utilizada para la valoración de impactos y de acuerdo a ella se clasifica como impactos moderados a los que cumplen estas características:

- La valoración es mayor que 25 pero menor o igual que 50, luego aplicar la prueba con los criterios especificados en la Tabla 9.2.1 del EIA.

Además de los impuestos a la renta y los tributos generales, MCQSA está obligada a pagar al Estado 4 % de regalías anuales de los minerales extraídos equivalentes

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.67 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR ACTIVIDADES ECONÓMICAS YA QUE NO SE ANALIZA EL EVENTUAL INCREMENTO DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA, DERIVADAS DE LA DEMANDA DE BIENES Y SERVICIOS QUE EL PROYECTO PODRÍA REQUERIR LOCALMENTE.

Los beneficios locales y regionales incluyen también impactos económicos directos a través del empleo y las ganancias en el sector minero. Los trabajadores y los contratistas estimulan la producción local de bienes y servicios domésticos a través del gasto de sus ingresos y ganancias. Además, los pagos de las regalías compartidos con los gobiernos locales tendrán impactos económicos a nivel local.

El Proyecto contará con equipos y expertos especializados necesarios para hacer que la mina funcione en forma eficiente. Inicialmente, MCQSA tendrá que contratar la mayor parte de su mano de obra a nivel nacional y comprar la mayoría de los insumos que necesite fuera de la región. MCQSA está comprometida a implementar políticas y programas para desarrollar capacidades empresariales y promover el empleo, la capacitación y las compras a nivel local. .

Los gobiernos regionales, se beneficiarán sustancialmente de la mina; los ingresos

se generarán en forma de impuestos, regalías, tasas y pagos. Además del considerable nivel de empleo local en el Proyecto, la conexión fiscal de los ingresos-ganancias de las regalías representa un flujo de rentas anuales considerables para el fisco municipal.

El estímulo económico directo fomentado por el empleo y las compras del Proyecto también causará impactos económicos indirectos e inducidos en los bienes y servicios en aquellos lugares en donde las personas empleadas gasten su dinero. Los impactos locales y regionales estarán asociados con el monto de dinero que los pobladores locales reciban y gasten a nivel local; algunos de los beneficios económicos indirectos llegarán a otras regiones y municipalidades de Panamá.

Construcción

Se estima que el auge económico que se experimentará durante los años pico de construcción generará nuevos puestos de trabajo directos (mecánicos, técnicos, especialistas, operadores de equipamiento pesado y profesionales de disciplinas tales como gestión de proyectos, supervisión de obra, diseño, inspección, encuestas, finanzas, contaduría, adquisiciones, logística, seguridad, mantenimiento, planeamiento e informática, entre otros), además de fuentes de empleo indirectas

Operación

Durante esta fase el requerimiento de personal adicional registrado durante los años picos de construcción disminuirá

Cierre

Es posible que la fase de cierre/post cierre del Proyecto represente un considerable desplazamiento económico y social asociado en las comunidades y los asentamientos afectados por el mismo. El cierre de un proyecto de esta envergadura inevitablemente origina, como mínimo, desempleo a corto plazo y contracción del comercio; además de los subsecuentes desafíos sociales a nivel individual, familiar y en cada comunidad o asentamiento. MCQSA ha considerando desde la planificación inicial del Proyecto, las fases de cierre y de post-cierre del mismo.

El Proyecto creará impactos económicos positivos durante las fases de construcción y operaciones debido a que elevará los ingresos nacionales, regionales y locales así como los salarios locales y regionales. También se espera que las comunidades locales se vuelvan más autosuficientes, especialmente durante la fase de las operaciones. Se utilizarán estrategias de desarrollo comunitario, prácticas de contratación justa y otras formas de mitigación y compromisos para maximizar estos impactos positivos.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada, en el anexo 3.2 de este documento.

2.68 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE TIERRAS PRODUCTIVAS, YA QUE NO SE ANALIZA LA EVENTUAL PÉRDIDA DE TIERRAS PRODUCTIVAS EN LA ZONA COMO CONSECUENCLA DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO Y LA POBLACIÓN AFECTADA POR ELLO.

El Proyecto generará la pérdida temporal de aproximadamente 203.8 ha de bosque. Si bien la mayor parte de esta área será rehabilitada cuando el Proyecto se cierre, el bosque necesitará varias generaciones para volver a crecer. Sin embargo, la tasa de deforestación continúa en la región de aproximadamente 0.5 ha/año, como resultado de la migración continua (sólo parte de la cual se debe al Proyecto) y las prácticas agrícolas insostenibles serán contrarrestadas con la reforestación de tierras fuera de la huella del Proyecto.

Los esfuerzos necesarios para mitigar los impactos al recurso suelo perturbado durante la construcción y operaciones, por lo general se encuentran dentro del control del Proyecto.

Construcción

Como parte de la fase de construcción del Proyecto, se han identificado las siguientes actividades las cuales podrían generar posibles impactos.

Actividades	Impacto Posible
trabajos de terreno totales, edificaciones, estructuras, construcción lineal, control del agua/sedimentos del área, depósitos de almacenamiento de roca estéril, instalación para el manejo de relaves	Remoción, perturbación del suelo
trabajos de movimiento de tierras, edificaciones, estructuras, construcción lineal, control del agua/sedimentos del área, depósitos de almacenamiento de roca estéril, instalación para el manejo de relaves,	pérdida de materia orgánica del suelo/cambios en los ciclos bioquímicos del suelo; erosión del suelo/producción de sedimentos contaminación del suelo, compactación del suelo, cambios en la estructura del suelo

Operación

Actividades	Impacto Posible
estabilización y revegetación progresivas de la huella	remoción/perturbación de los recursos del suelo pérdida de materia orgánica del suelo/cambios en la

Actividades	Impacto Posible
	materia orgánica del suelo
	contaminación del suelo

2.69 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR AFECTACIÓN DEL PAISAJE, YA QUE PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN SE MENCIONA QUE DICHO IMPACTO TIENE UNA VALORACIÓN DE 48=MODERADO, EN LA ETAPA DE OPERACIÓN SE MENCIONA EL MISMO IMPACTO CON VALORACIÓN DE 62=ALTO, PERO EN EL TEXTO SE LE ASIGNA VALOR 51. PARA LA ETAPA DE CIERRE Y POSTCIERRE SE MENCIONA COMO IMPACTO POSITIVO LA RECUPERACIÓN DEL PAISAJE 56=ALTO PERO EN EL TEXTO SE LE ASIGNA VALOR 51. DEL ANÁLISIS DE ESTE IMPACTO PARECIERA QUE SE PRETENDE MOSTRAR QUE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO PRODUCIRÁ UN IMPACTO NEGATIVO MODERADO SOBRE LA CALIDAD DEL PAISAJE LOCAL, MIENTRAS QUE SU CIERRE Y ABANDONO PRODUCIRÍA UN IMPACTO POSITIVO ALTO, SUGIRIENDO QUE EN DEFINITIVA SI EL PROYECTO SE REALIZARA Y LUEGO SE CERRARÁ, HABRÍA UNA GANANCLA NETA POSITIVA EN CUANTO A LA CALIDAD DEL PAISAJE LOCAL.INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DE ESTE IMPACTO, SEGÚN LO SEÑALADO ANTERIORMENTE

El paisaje actualmente corresponde a la característica típica que actúa sobre un subcomponente paisajístico alterado, donde actualmente se desarrollan actividades de exploración propias del Proyecto y sobre un territorio caracterizado por la alternancia entre pequeños parches boscosos y fincas o potreros, característica particular en la mayoría del entorno de la Región de Azuero.

- En la etapa de construcción el paisaje se verá alterado por la remoción de tierra, motivada por la preparación del terreno para la construcción de las infraestructuras que serán utilizadas en la fase de operación.
- En la etapa de operación el mismo se verá alterado por las estructuras necesarias para la operación de la mina (extractiva, molienda y deposición de material estéril).
- En la etapa de cierre/post cierre el paisaje gradualmente buscará llegar a un aspecto de mejoría visual y mejoramiento estético y ambiental del entorno inicial, adicionalmente se logrará crear una mejor conectividad boscosa.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada para revisar los detalles de la valoración, en el anexo 3.2 de este documento.

2.70 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO POR TURISMO, RECREACIÓN, YA QUE NO SE ANALIZA LA EVENTUAL AFECTACIÓN DE ACTIVIDADES RECREATIVAS O TURÍSTICAS QUE SE REALIZAN EN LA ZONA.

El proyecto en sus diferentes fases constructivas, operacionales y cierre y post cierre, no afectara e impactara de manera negativa a los diferentes recursos y atractivos turísticos de esta región, ya que los mismos están bastante distantes del

proyecto. Se considera que no se producirá ningún tipo de impacto sobre el turismo.

Sin embargo, ayudara a la economía local turística, ya que personal técnico y administrativo que trabaje en el proyecto se desplazaría a estos atractivos naturales o culturales y hará uso de sus facilidades y de la oferta turística que se desarrolle en esta región.

Actualmente la Gerencia General de Minera Cerro Quema, desarrolla un programa de apoyo cultural para el rescate del folclore de Macaracas y Tonosí y promover actividades culturales en jóvenes del área.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada para revisar la inclusión de este impacto, en el anexo 3.2 de este documento.

2.71 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DE DAÑO DEL PATRIMONIO CULTURAL YA QUE NO SE EXPLICA DE QUE SE TRATA EL IMPACTO, DONDE SE PRODUCIRÁ ESTE DAÑO NI SE JUSTIFICA PORQUE RAZÓN SE LE CONSIDERA DE NIVEL BAJO.

Tal como se explica en la sección 9 del EIA en el punto 9.3.4.5.1 Daño del patrimonio cultural (PAT-1), este impacto se identifica para las etapas de construcción y operaciones. Para construcción, durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierras y manejo de material orgánico e inerte. Para operaciones, durante las actividades de extracción de mineral y manejo de material estéril. El daño podría ser ocasionado sobre objetos prehispánicos accidentalmente al realizarse alguna intervención sobre el suelo de las facilidades mineras.

Este impacto fue considerado bajo luego de aplicar la metodología de evaluación de impactos detallada en el punto 9.2-1 del EIA, los resultados de dicha evaluación se presentan en la Tabla 9.3-8 de la Sección 9 del EIA del Proyecto. La justificación en que este impacto haya resultado bajo es que en el Proyecto se tomaran todas las medidas preventivas antes de intervenir una zona de trabajo. Asimismo es importante recordar que como parte de la línea base, se realizo un reconocimiento arqueológico y prospección de la zona del proyecto, la cual esta detallada en el punto 8.4.8 de la sección 8 del EIA y en la que se concluye que el área del Proyecto representa una zona rural de la provincia de los Santos, dedicada a actividades agropecuarias donde los asentamientos humanos actuales son pequeños caseríos familiares separados a gran distancia uno de otros, los cuales fueron abandonados por venta de sus propiedades a MCQSA. Adicionalmente y con base a la revisión bibliográfica, la evaluación arqueológica y a las consultas con algunas personas de la población vecina para elaborar la línea base, se evidencia que no existen monumentos o sitios antropológicos e históricos dentro del AID y Área de Concesión Minera del Proyecto.

Revisar el Capitulo 9 adjunto en versión revisada y mejorada para revisar la inclusión de este impacto, en el anexo 3.2 de este documento.

2.72 INCLUIR UN ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL DAÑO AL PATRIMONIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO YA QUE NO SE ANALIZA LA EVENTUAL AFECTACIÓN DE LOS PATRIMONIOS ANTES MENCIONADOS DE LA ZONA COMO CONSECUENCLA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO MINERO.

Como parte de la línea base, se realizo un reconocimiento arqueológico y prospección de la zona del proyecto, la cual esta detallada en el punto 8.4.8 de la sección 8 del EIA y en la que se concluye que el área del Proyecto representa una zona rural de la provincia de los Santos, dedicada a actividades agropecuarias donde los asentamientos humanos actuales son pequeños caseríos familiares separados a gran distancia uno de otros, los cuales fueron abandonados por venta de sus propiedades a MCQSA. Adicionalmente y con base a la revisión bibliográfica, la evaluación arqueológica y a las consultas con algunas personas de la población vecina para elaborar la línea base, se evidencia que no existen monumentos o sitios antropológicos e históricos dentro del AID y Área de Concesión Minera del Proyecto.

2.73 EN LA PAGINA 10-7 EN EL PUN TO 10.1.1.1.1 CONTROL DE POLVO (MATERLAL PARTICULADO) SE INDICA " INSTALACIÓN DE ESTACIÓN TOTAL DE MONITOREO DE MATERLAL PARTICULADO". INDICAR DONDE SE UBICARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO DE MATERLAL PARTICULADO (INCLUIR COORDENADAS UTM NAD 27 O WGS 84) Y CUAL FUE EL CRITERIO QUE SE APLICÓ PARA ESTABLECER SU UBICACIÓN.

La ubicación de la estación se escogió tomando en cuenta la dirección de viento predominante (ver punto 2.28) y los resultados del modelo de dispersión de material particulado así como también la topografía y vegetación circundante.

Tabla 2-19: Sitios para la instalación de Estación Total de Monitoreo.

No estación	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)		Altura (m.s.n.m)
		Norte	Este	
EM3	Garita del Campamento-oficina de MCQSA	0830222	0548052	145
EM5	Finca Sr. Peralta (2)	0832324	0551378	424

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.74 EN LA PAGINA 10-7 EN EL PUNTO 10.1.1. 1. 1.1. CONTROL DE POLVO (MATERLAL PARTICULADO) SE INDICA "ROCLAR CON AGUA, MÍNIMO DOS VECES A/ DÍA DURANTE LA ÉPOCA SECA O DURANTE LARGOS PERIODOS SIN LLUVLA EN LA ESTACION LLUVIOSA, A LAS ÁREAS CON TERRENO DESCUBIERTO DONDE SE REALICEN MOVIMIENTOS DE TIERRA O EXISTAN SUPERFICIES GENERADORAS DE PARTÍCULAS O POLVO". EXPLICAR CUALES SERLAN LAS SUPERFICIES EMISORAS DE POLVO QUE SE PRETENDEN CONTROLAR Y CUAL SERÍA EL MÉTODO PARA ROCLAR CON AGUA (DOS VECES AL DÍA) ESAS SUPERFICIES.

2.74.1 *Etapa de construcción*

Las siguientes medidas son parte del Plan de Manejo Ambiental incluido en la sección 10 del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de óxidos de oro.

- Humedecer las vías de acceso que se utilicen durante la etapa de construcción mediante la aplicación de riego con agua. Esto se realizará utilizando camiones tipo cisterna, hasta dos veces por día durante los días de trabajo. La frecuencia de humedecimiento de éstas se podrá incrementar de acuerdo con el nivel de tráfico en las vías y con las condiciones climáticas, sobretodo en la época seca (que va de diciembre a abril, aproximadamente);
- En los casos que se haya reportado la presencia de polvo, el supervisor de construcción de un determinado frente de trabajo le comunicara al coordinador del camión cisterna de agua, para el riego con agua de las zonas reportadas (frentes de trabajo, vías de acceso). Para esta medida se tendrán las siguientes consideraciones:
  - Esto se realizará utilizando camión internacional tipo cisterna a una velocidad promedio de 20 km/h;
  - El operador de la cisterna deberá acudir en forma inmediata al lugar donde se haya reportado la presencia de polvo, a fin de mantener húmeda el área; y
  - El humedecimiento de los accesos por donde transitan los camiones, así como los accesos secundarios de tránsito vehicular, se realizará con los aspersores de las cisternas de 10,000 galones de capacidad;
- Establecer controles sobre la velocidad de equipos pesados y vehículos que transporten materiales dentro del área del Proyecto (20 km/h), lo cual disminuirá las emisiones y reducirá el radio de expansión de las partículas de polvo;

Las medidas enunciadas serían aplicadas principalmente sobre caminos de acarreo e internos del proyecto, así como también durante las operaciones de minado de los tajos.

2.74.2 *Etapa de Operación*

Las siguientes medidas son parte del Plan de Manejo Ambiental incluido en la sección 10 del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de óxidos de oro.

- Humedecer los caminos de acarreo y áreas expuestas a material particulado en época seca (diciembre a abril aproximadamente) o durante largos períodos sin lluvia en la estación lluviosa;
- Utilizar sistemas de supresión a través de aspersores de agua, en la trituradora primarla y secundarla para evitar la generación de polvo;

Las medidas enunciadas serán aplicadas principalmente sobre caminos de acarreo e internos del proyecto, así como también durante las operaciones de minado de los tajos y durante la operación de la trituradora primarla y secundarla y sobre la banda transportadora Quemita.

2.75 EN LA PÁGINA 10-8 EN EL PUNTO 10.1.1.1.1.1. CONTROL DE POLVO (MATERIAL PARTICULADO) SE INDICA "... ASEGURAR QUE LA CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES SE HAGA MINIMIZANDO LA DISPERSIÓN DE POLVO AL AMBIENTE". SEÑALAR CUÁLES SERÍAN LOS MÉTODOS A APLICAR PARA MINIMIZAR LA DISPERSIÓN DE POLVO AL AMBIENTE DURANTE LAS TAREAS DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES.

Esta medida se enuncia dentro del Plan de Manejo Ambiental incluido en la sección 10 del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de óxidos de oro, como una medida durante la fase de construcción del Proyecto. Como se indicó en la sección 5 del citado documento, la etapa de construcción será llevada a cabo por contratistas. MCQSA, exigirá a cada contratista que cumpla con las medidas de:

- Se solicitará a operarios de camiones volquetes la operación segura y de sus equipos para minimizar las emisiones de material particulado durante las tareas de carga y descarga.
- Exigir a los operarios de los volquetes que realicen el levantamiento gradual del volquete durante las operaciones de descarga de material.
- Exigir a los operarios de las palas mecánicas y retroexcavadoras depositar los materiales dentro del volquete siempre durante las operaciones de carga.

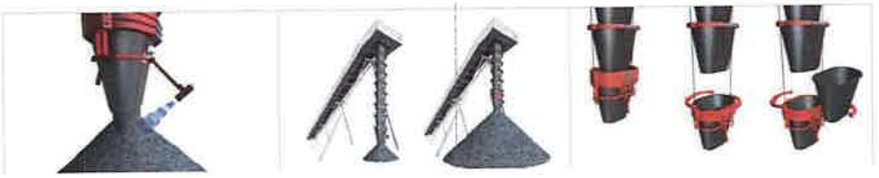
2.76 EN LA PÁGINA 10-9 EN EL PUNTO 10. 1.1.1.1.1. CONTROL DE POLVO (MATERIAL PARTICULADO) SE INDICA "... REALIZAR LA TRITURACIÓN DE MATERIAL PÉTREO Y AGREGADOS EN HÚMEDO O BIEN CON SISTEMAS QUE CONTROLEN LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS". ACLARAR SI LA TRIRURACIÓN DE MATERIAL PÉTREO SE REALIZARÍA EN HÚMEDO O EN SECO. EN ESTE ÚLTIMO CASO INDICAR CUÁLES SERÍAN LOS MÉTODOS/TÉCNICAS QUE SE APLICANRÁN PARA MINIMIZAR LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS.

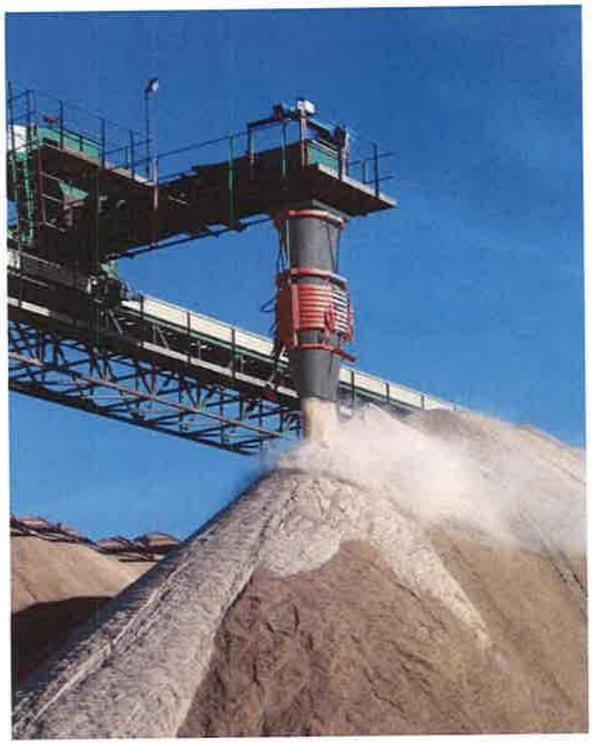
Esta actividad se realizara humedeciendo el material pétreo, por lo que no se prevé la emisión de material particulado. El sistema propuesto para la trituración contempla un conducto telescópico (Chute) que contribuirá a:

- Minimizar las emisiones de material particulado
- Mejorara las condiciones de trabajo de los operarios de la trituradora
- Mejora el ambienta circundante
- Reduce la segregación y la contaminación
- Aumenta la calidad del producto
- Reduce operaciones de mantenimiento
- Aumenta la seguridad en las actividades

En la figura 2-23 se muestra este tipo de dispositivo que estará incluido en la trituradora del proyecto

Figura 2-23: Conducto telescópico de la trituradora.





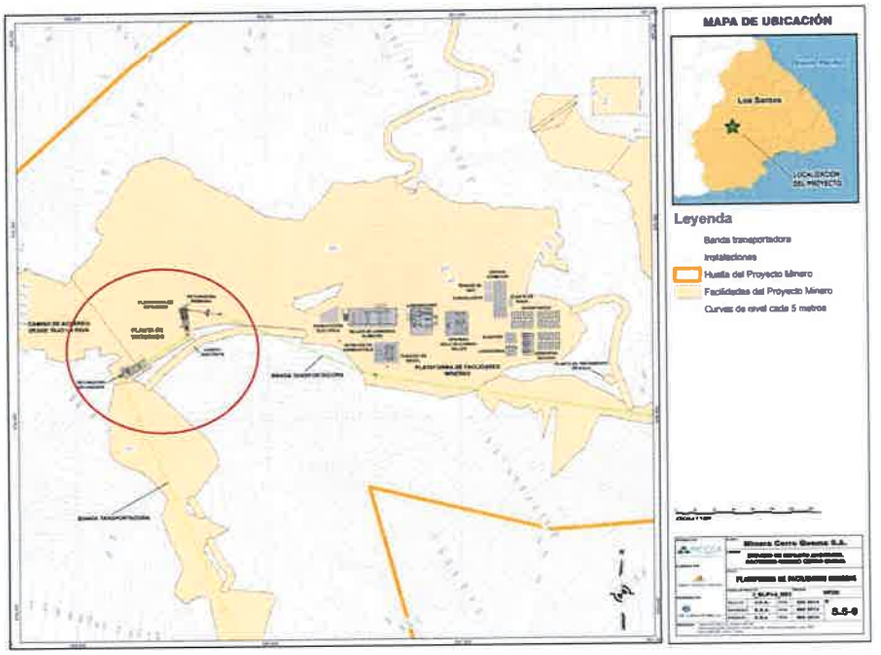
Fuente KCA, 2016

El punto 2.17 detalla ampliamente el proceso de trituración.

2.77 PRESENTAR LA UBICACION DE LAS TRITURADORAS PRIMARLA Y SECUNDARLA (INCLUIR COORDENADAS UTM NAD 27 O WGS 84). INDICAR EL TIPO Y UBICACIÓN DE LOS POTENCLALES RECEPTORES SENSIBLES AL IMPACTO ACÚSTICO, ASÍ COMO EL TIPO Y UBICACIÓN DE LAS BARRERAS ACÚSTICAS A INSTALAR.

La Figura 2-24 muestra la ubicación de las trituradoras primarla y secundarla.

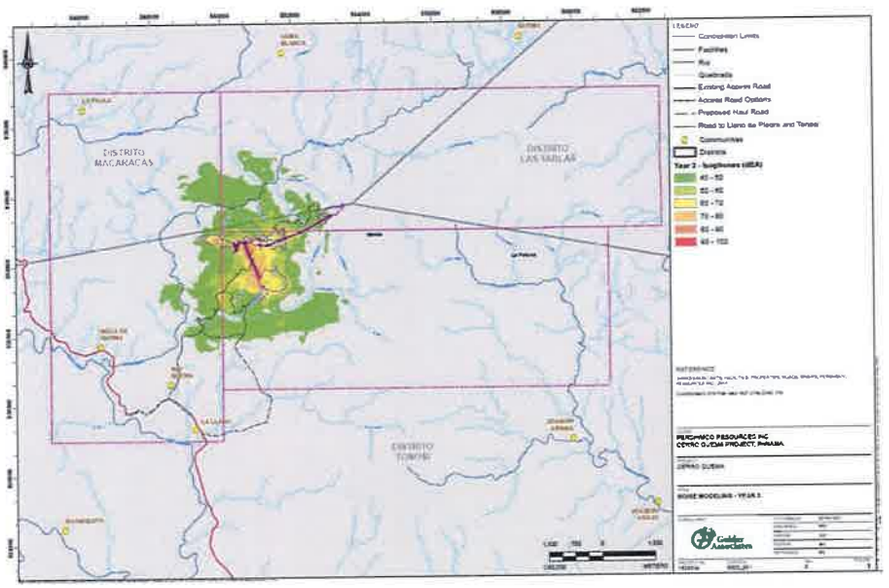
Figura 2-24: Ubicación de las trituradoras, Proyecto Minero Cerro Quema.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

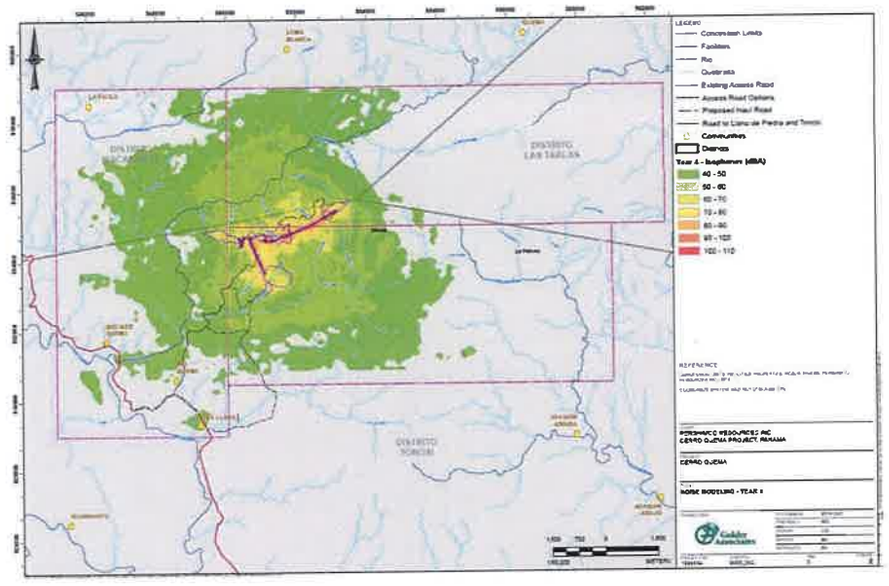
Los potenciales receptores, serán los trabajadores del Proyecto. MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema incluyendo las operaciones de triturado, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado de la operación del Proyecto. Las Figuras 2-25 y 2-26 muestran los resultados de la modelación del ruido sobre la ruta de trasporte.

Figura 2-25: Modelación de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)



Fuente Golder Associates, 2016.

Figura 2-26: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción).



Fuente Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.7 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

En cuanto a las medidas de contención de ruido, el equipo escogido será una planta de trituración hidráulica, la cual estará recubierta de barreras de contención de ruido, lo que disminuye la generación de ruido. En la figura 2-12 del punto 2.17 se muestra un ejemplo de la contención seleccionada.

2.78 INDICAR LAS MEDIDAS QUE SE IMPLEMENTARÍAN PARA MINIMIZAR EL RUIDO Y LAS VIBRACIONES DEL TRÁNSITO DE CAMIONES O MAQUINARLA PASADA EN ZONAS POBLADAS. INDICAR SI ESTE IMPACTO HA SIDO EVALUADO AL MOMENTO DE DEFINIR LA RUTA DE ACCESO Y SALIDA DEL PROYECTO. EN CASO AFIRMATIVO INDICAR EL CRITERIO APLICADO PARA SELECCIONAR LA RUTA DE ACCESO Y SALIDA DEL PROYECTO.

La ruta seleccionada como acceso y salida del Proyecto, fue definida a partir del Estudio de Tráfico del Proyecto Minero Cerro Quema, el cual forma parte de la sección 8 de dicho documento. Por otro lado, MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte (considerando la ruta de transporte que se realiza a través del acceso principal a la mina y por donde se estima transitarán aproximadamente 28 camiones al mes) presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía. En el anexo 3.7 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

2.79 EN LA PÁGINA 10-15 EN EL PUNTO 10.1.1.2.1.1. RECUPERACIÓN DE SUELOS ORGÁNICOS SE INDICA "...REALIZAR UN RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DE LAS ÁREAS EN LAS CUALES SE PROCEDERÁ A REMOVER LOS SUELOS ORGÁNICOS Y VERIFICAR SI EN ELLAS SE ENCUENTRAN ESPECIES DE PLANTAS DE INTERÉS". REALIZAR ESTE RECONOCIMIENTO YA QUE ES UN INSUMO IMPRESCINDIBLE PARA UNA CORRECTA EVALUACIÓN DE IMPACTOS EL CONOCER CON CERTEZA SI EXISTEN O NO ESPECIES DE INTERÉS SOBRE LA HUELLA DEL PROYECTO. PRESENTAR LOS RESULTADOS DE ESTE RECONOCIMIENTO POR PARTE DE UN BOTÁNICO. UNA VEZ REALIZADO, EL PROMOTOR DEBERÁ ACTUALIZAR EL CAPÍTULO 9 IMPACTOS AMBIENTALES.

La frase realizar un reconocimiento, se refiere a las actividades que se realizan como parte de las labores de rescate de flora. Es necesario realizar un reconocimiento de las áreas que se van a intervenir previo a las actividades de corta y desarraigue, por esta razón se indica que se debe realizar un reconocimiento. Los puntos 2.116 y 2.119 detallan específicamente las actividades de rescate y reubicación de flora.

El reconocimiento de la huella del Proyecto se realizó a través de la generación de la línea base biológica donde se recorrieron las áreas donde se levantarán las diferentes facilidades y se realizó el inventario forestal. El reconocimiento, así como la instalación de las parcelas de muestreo, abarcó la totalidad de facilidades (como se muestra en la Figura 7.1-1: Mapa de ubicación de parcelas de muestreo, del documento EsIA).

De esta manera se registraron, dentro de las áreas en las cuales se removerá suelo orgánico, las especies de *Astronium graveolens* y *Cedrela odorata*. Ambas registradas para las facilidades del proceso de lixiviación (*A. graveolens* en las parcelas P-15 y P-17 y *C. odorata* en la parcela P-16). Estas mismas especies también se registraron fuera de la huella del Proyecto en las parcelas P-2 y P-4 (*A graveolens*) y P-4 (*C. odorata*).

2.80 EN LA PÁGINA 10-16 EN EL PUNTO 10.1.1.2.1.1. RECUPERACIÓN DE SUELOS ORGÁNICOS SE INDICA "... LOS SUELOS ORGÁNICOS DE BUENA Y MEDIANA FERTILIDAD, SE MANTENDRÁN EN LAS PILAS DE ALMACENAMIENTO A TRAVÉS DE LOS TRABAJOS DE CONTROL DE EROSIÓN Y SIEMBRA DE PASTOS Y QUE LOS SUELOS DE BAJA FERTILIDAD SERÁN LLEVADOS AL DEPÓSITO DE ROCA ÉSTERIL CHONTAL". SEÑALAR QUE CRITERIO Y QUE METODOLOGÍA SE APLICARÁ PARA DETERMINAR EL TIPO DE FERTILIDAD DEL SUELO EXTRAÍDO, A LOS EFECTOS DE DERIVAR LOS SUELOS ORGÁNICOS DE MEDIANA Y BUENA FERTILIDAD A LAS PILAS DE ALMACENAMIENTO DE TOPSOIL Y EL SUELO DE BAJA FERTILIDAD AL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL.

Metodología:

Los análisis químicos de suelo se realizan en laboratorio para determinar el grado de fertilidad de los suelos en cuanto a los contenidos y cantidades de los nutrientes.

La metodología, indica tomar muestras de suelo y determinar los elementos mayores como: Nitrógeno, fosforo, potasio y azufre; y elementos menores como: Calcio, magnesio, boro, cobre, zinc, molibdeno y aluminio.

Además, se realizan otras pruebas como: capacidad intercambio catiónico, curvas de absorción de elementos y niveles críticos de los nutrientes.

Criterios:

- Existe en la actualidad mapas de fertilidad suelo elaborados por IDIAP, para todo el país, que incluye el área de la minera Cerro Quema que sirve como indicador para proyectar.
- Todo el suelo removido entre 6-8 pulgadas afecta el horizonte A dentro de un perfil de suelo. Usualmente es la capa arable. En laderas es lo que se pierde por erosión y se captura en los depósitos de sedimento.
- Este suelo removido y capturado en los depósitos de sedimento hay que realizarle los análisis de fertilidad de suelo en laboratorio para determinar los nutrientes que tiene y ver su grado de fertilidad bajo, medio o alto. De acuerdo a los niveles críticos de cada elemento en el suelo.
- Esa metodología ya existe y es usada por todos los laboratorio de suelo en Panamá como en el exterior, por lo tanto, el suelo sedimentado en esta

área se debe analizar para determinar dónde se va a depositar en pilas topsoil o roca estéril chontal.

2.81 EN LA PAGINA 10-17 EN EL PUNTO 10.1.1.2.2. CONTROL DE EROSIÓN Y SEDIMENTOS SE INDICA "EJECUTAR, EN LA MEDIDA Q111' SEA POSIBLE, LAS ACTIVIDADES DE MAYOR MOVIMIENTO Y PERTURBACION DE TIERRAS DURANTE LOS PERÍODOS DE MENOR LLUVLA, (PARA EVITAR ESCORRENTÍAS". ACLARAR SI EFECTIVAMENTE SE APLICARA O NO ESTA MEDIDA DE LIMITAR LA REMOCIÓN Y REEMPLAZO DE SUELOS LA ÉPOCA SECA, YA QUE NO QUEDA CLARO EN EL PMA SI LA ACLARACIÓN "EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE" LIBERA AL PROMOTOR DE ESTA OBLIGACIÓN.

MCQSA, está comprometida a cumplir con las medidas indicadas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro. El termino en la medida de lo posible, hace referencia a que dependiendo de los tiempos de aprobación del EIA y por costo/beneficio, es preferible realizar esta actividad durante época lluviosa. Los cronogramas de inicio de proyecto fueron proyectados tomando en cuenta que el EIA tuviese un tiempo de evaluación de 1 año, por lo que se desarrollaron las medidas asumiendo inicio de etapa de construcción en el primer semestre de 2016, aprovechando el inicio de año y la época seca.

2.82 EN LA PAGINA 10-19 EN EL PUNTO 10.1.1.2.3. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO SE INDICA " DISPONER LOS SUELOS CONTAMINADOS DEBIDO A DERRAMES Y/O FUGAS DE ACEITES, GRASAS Y LUBRICANTES EN UN ÁREA ESPECÍFICA DEL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL". ACLARAR EN QUÉ LUGAR SE UBICARA EL ÁREA ESPECÍFICA PARA EL ACOPIO DE SUELOS CONTAMINADOS EN EL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL. QUÉ MEDIDAS QUE SE APLICARAN PARA LOGRAR UN ACOPIO SEGURO DE ESTOS SUELOS. INDICAR ADEMÁS QUE TRATAMIENTO QUE SE DARÁ Y DESTINO FINAL DE ESTOS SUELOS CONTAMINADOS.

En caso de que se presenten derrames y o fugas de aceite, se deberá activar los procedimientos establecidos en el Plan de Control de Derrames. Una vez contenido el derrame, el suelo contaminado será dispuesto sobre una capa de arcilla en los parches del WRD donde se encuentra el topsoil. Estos suelos deberán de ser removidos del sitio del proyecto a través de un contratista certificado para estas tareas que garantice el acopio final y seguro de estos suelos.

2.83 EN LA PAGINA 10.25 EN EL PUNTO 10.1.1.3.4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS SE INDICA " PROVEER DE TRAMPAS A LOS DRENAJES PLUVIALES QUE POR SU UBICACIÓN PUEDAN RECOGER AGUAS QUE ARRASTREN CONTAMINANTES". ESPECIFICAR QUÉ TIPO DE CONTAMINANTES PODRÍAN SER RETENIDOS POR LAS TRAMPAS QUE SE INSTALARAN EN LOS DRENAJES PLUVIALES. INDICAR QUE TIPO DE CONTAMINANTES NO PODRÁN SER RETENIDOS POR ESAS TRAMPAS.

La medida enunciada hace énfasis sobre fuentes dispersas principalmente producida por la escorrentía y por lo tanto aumento de la sedimentación en los puntos donde se encuentran actualmente instalada trampas y los sitios donde se ha escogido colocar nuevas trampas de sedimentación. El agua de lluvia se transportará alrededor del HLF y de los estanques de proceso en terraplén y/o en canales de desviación revestidos de hormigón. Estructuras de control de sedimentos se construirán en drenajes aguas abajo de las instalaciones para controlar los sedimentos. Debido al diseño del proyecto en donde se han establecido drenajes pluviales a lo largo del perímetro del mismo y alrededor de las principales facilidades mineras no se considera que habrá contaminantes en las aguas de escorrentía natural que viajen por estos canales.

2.84 EN LA PAGINA 10-26 EN EL PUNTO 10.1.1.3.4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS SE INDICA APLICAR MEDIDAS DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL TALES COMO INSPECCIONES VISUALES Y MONITOREOS PERIÓDICOS DE CALIDAD DEL AGUA. EL PARÁMETRO VISUAL QUE SE DEBE DE OBSERVAR ES LA TURBIDEZ O SÓLIDOS SUSPENDIDOS. INMEDIATAMENTE SE INCREMENTE LA TURBIDEZ SE DEBERÁN DE PARAR LOS FRENTES DE TRABAJO GENERADORES DE DICHA TURBIDEZ EN EL CUERPO RECEPTOR". ESPECIFICAR QUÉ TIPO DE PARÁMETROS SERÁN EVALUADOS PARA REALIZAR EL SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA. INDICAR SI ESTE SEGUIMIENTO SE LIMITARÁ A UNA "INSPECCIÓN VISUAL" PARA DETECTAR LA TURBIDEZ Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS.

MCQSA, está comprometida a cumplir con las medidas indicadas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro. En el punto 10.3 de dicho plan se detalla el Plan de Monitoreo diseñado para el Proyecto. Este plan de monitoreo en su punto 10.3.3. Establece que plan de monitoreo de agua superficial durante las fases de construcción y operación deberá cumplir con los siguientes objetivos principales:

- Verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua superficial aplicables durante la construcción y operación del Proyecto;
- Verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua de la descarga de efluentes líquidos a los cuerpos de agua receptores durante la construcción y operación del Proyecto;

- Monitorear las variaciones en los flujos de agua (monitoreo hidrométrico) como consecuencia de las actividades del Proyecto; y
- Verificar que las medidas de mitigación propuestas sean efectivas

La turbidez del agua es un parámetro cualitativo que se puede utilizar como alerta temprana para detectar aumento de sedimentación en los frentes de trabajo. Las inspecciones propuestas forman parte de la verificación de las acciones y actividades que se lleven a cabo dentro del Proyecto para revisar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua. Sobre los parámetros a monitorear, en el plan de monitoreo propuesto se detallan y listan todos los parámetros propuestos para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua. Para ello se establecieron los criterios de evaluación de agua superficial y descarga de efluentes aplicables durante las fases de construcción y operación del Proyecto son los siguientes:

- Decreto Ejecutivo Nº 75 de 4 de junio de 2008;
- Anteproyecto de Ley de aguas naturales de 2007; y
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas.

La tabla 10.3-9 incluida en el Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro lista todos los parámetros que se estarán monitoreando en el Proyecto. A continuación se muestra dicha tabla:

Tabla 2-20: Criterios ambientales para la calidad del agua superficial.

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
temperatura	Δ t (°c)	<2°c	3	3	<2°c	<3°c	<3°c
potencial de hidrógeno	na	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	6.5 - 9.0
sólidos disueltos totales	mg/l	<500	<500	<500	500	<500	
sólidos suspendidos totales	m/l	<50	<50	<50	na	na	na
turbidez	ntu	50 (estación seca)	<50	50-100	50 (estación seca), 100 (estación húmeda)	100 (estación seca)	100 (estación seca)
cloruro	mg/l	250	na	na	250	250	na
cianuro total	mg/l	0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.005	0.2
nitratos	mg/l	10	na	na	10	10	10
nitritos	mg/l	1	na	na	1	1	1
sulfuros	mg/l	< 0.005	na	na	na	na	<0.005
sulfatos	mg/l	250	na	na	250	250	500
fluoruro	mg/l	0.75	na	na	0.75	0.75	0.75

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
arsénico	mg/l	0.005	<0.1	<0.1	0.005	0.005	0.01
cadmio	mg/l	0.000017	<0.03	<0.03	0.001	0.001	0.005
cromo	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.05	0.05
cobre	mg/l	0.01	na	na	0.01	0.01	0.02
mercurio	mg/l	0.0001	<0.01	<0.01	0.0002	0.0002	0.001
níquel	mg/l	0.025	na	na	0.025	0.025	0.025
plomo	mg/l	0.005	<0.05	0.05-0.2	0.005	0.005	0.003

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
selenio	mg/l	0.005	na	na	0.005	0.01	0.01
zinc	mg/l	0.18	na	na	0.18	0.18	0.3
coliformes fecales	ufc/100ml	< 250	< 250 coliformes fecales/100 ml (o 200 estreptococo fecales /100ml)	251-450 coliformes fecales (o 201 500 estreptococo fecales /100ml)	250	1,000	2,000

NA: no aplica

Fuente: Decreto Ejecutivo Nº 75, de 4 de junio de 2008.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.85 EN LA PÁGINA 10-36 EN EL PUNTO 10.1.1.6. FAUNA SILVESTRE SE INDICA "REUBICAR EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE AQUELLAS POBLACIONES AISLADAS CON ESPECIES ENDÉMICAS TALES COMO ALOUATTA COIBENSIS TRABEATA (MONO AULLADOR DE COIBA) E INCILIUS SIGNIFER (SAPO) QUE SE VERÁN AFECTADAS POR LA HUELLA DEL PROYECTO. SEÑALAR SI ESTA MEDIDA SERÁ IMPLEMENTADA O NO, YA QUE CUANDO DICEN "EN FA MEDIDA DE LO POSIBLE NO QUEDA CLARO SI ESTÁN OBLIGADOS O NO A IMPLEMENTAR LA MEDIDA.

MCQSA, está comprometida a cumplir con las medidas indicadas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro. En el punto 10.3.6 de dicho plan se detalla el Plan de Monitoreo de Fauna diseñado para el Proyecto. El Plan de Manejo Ambiental en su sección 10.7 Plan de Rescate y Reubicación de Fauna y Flora establece las acciones específicas para desarrollar la medida propuesta.

Como parte del compromiso del EsIA, dichas especies serán reubicadas en caso de que no puedan salir de la huella del Proyecto por sus propios medios durante la etapa de construcción.

2.86 EN LA PAGINA 10-38 EN EL PUNTO 10.1.1.7.1. MEDIDAS PARA POTENCIAR EL INCREMENTO A LA ECONOMÍA NACIONAL Y REGIONAL SE INDICA "INFORMAR PREVIA AL INICIO DE LA OBRA, A LOS GREMIOS Y EMPRESAS COMERCIALES, ACERCO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA Y NECESIDADES DE INSUMOS VARIOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN, CON EL PROPÓSITO DE QUE PREFERIBLEMENTE, SEAN EMPRESAS NACIONALES LAS QUE ATIENDAN LOS DIVERSOS REQUERIMIENTOS". INDICAR CON CUANTA ANTICIPACIÓN CON QUE RECURSOS Y CON QUE ALCANCE SE IMPLEMENTARA LA MEDIDA.

Una vez aprobado el EIA, y dependiendo de la cantidad y tipo de insumo se iniciara el proceso de compra con un periodo de una semana a dos meses de anticipación, considerando calidad, precio e disponibilidad del inventario del proveedor. MCQSA a través de su departamento de compras y contrataciones mantendrá una lista de proveedores locales, regionales y nacionales los cuales serán convocados de acuerdo a la necesidad de los insumos.

2.87 EN LA PAGINA 10-39 EN EL PUNTO 10.1.1.7.1. MEDIDAS PARA PROPORCIONAR INCREMENTO A LA ECONOMÍA NACIONAL Y REGIONAL SE INDICA QUE EL PROYECTO REALIZARA UN CONVENIO DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL CAN EL INADEH PARA GENERAR CAPACIDAD LOCAL PARA EL PROYECTO". INDICAR CON CUANTA ANTICIPACIÓN, CON QUE RECURSOS Y CON QUE ALCANCE SE IMPLEMENTARÁ LA MEDIDA.

EN 2014 MCQSA, desarrollo y patrocino cursos de capacitación con el INADEH en Tonosí. A la fecha se han coordinado y desarrollado un total de seis cursos, lo cuales se iniciaron el 11 de noviembre de 2014. Los cursos desarrollados fueron:

- Soldadura básica
- Soldadura superior
- Electricidad básica
- Electricidad especializada
- Puntada de pollera
- Tejido con pajita

Tabla 2-21: Cursos patrocinados y desarrollados por MCQSA en INADEH

Curso	Fecha de inicio	Fecha cierre	Cantidad de personas capacitadas	SEXO	
				F	M
Nivel 1 Soldadura básica Electricidad para instalaciones residenciales	11-11-14	25-2-15	14	0	14
Nivel 2 avanzado Soldadura básica Electricidad para instalaciones residenciales	6-4-15	30-8-15	14	0	14
Curso de puntadas de pollera	17-3-15	14-7-15	14	14	0
Curso de pajitas (tejido)	23-10-15	26-11-15	15	15	0
		Total	57	29	28

Fuente: MCQSA, 2016.

Como resultado de estos cursos 57 personas han sido capacitadas. En cuanto al convenio, MCQSA e INADEH se encuentran en conversaciones y trámites para tener listo este convenio para el primer semestre de 2016 iniciando con el desarrollo de cursos modulares de Operación de Equipo Pesado (Palas, Retroexcavadoras, Camiones Articulados, etc.)

2.88 EN EL PUNTO 10.1.1.7.3 MEDIDAS PARA DISMINUIR LA AFECTACIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES Y EN EL PUNTO 10.1.1.7.4 MEDIDAS PARA REDUCIR EL INCREMENTO EN EL RIESGO DE ACCIDENTES LABORALES, EL PROGRAMA MUESTRA QUE TIENE PREVISTO IMPLEMENTAR MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO EN LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO IMPLEMENTAR ESAS MISMAS MEDIDAS, PERO ORIENTADAS A LA POBLACIÓN LOCAL QUE NO TRABAJA EN EL PROYECTO. EN CASO AFIRMATIVO EXPLICAR EL ALCANCE DE ESAS MEDIDAS. EN CASO NEGATIVO, EXPLICAR LAS RAZONES QUE JUSTIFICAN SU EXCLUSIÓN.

Las medidas establecidas en el el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, son específicas para el Proyecto. No obstante, MCQSA, como parte de su gestión y su programa de desarrollo social y empresarial lleva a cabo y desarrolla acciones destinadas al apoyo comunitario. En temas de salud, MCQSA, apoya los sub centros médicos del área (donación de camas con sus insumos además de cubrir la dieta de todo el personal médico que asisten en las giras médicas del área) y da apoyo brindando la ambulancia del proyecto.

2.89 EN LA PAGINA 10-42 EN EL PUNTO 10.1.1.7.5. MEDIDAS PARA REDUCIR LA ALTERACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR SE INDICA " REGULAR LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS Y MAQUINARIAS DEL PROYECTO A LO LARGO DE LAS VÍAS UTILIZADAS, ESPECIALMENTE CUANDO SE TRANSITE EN LOS LUGARES POBLADOS PRIORIZAR LAS HORAS NOCTURNAS PARA EL MOVIMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI SE HAN ESTUDIADO ALTERNATIVAS DE RUTAS DE TRANSPORTE PARA MINIMIZAR EL IMPACTO SOBRE LAS POBLACIONES LOCALES POR CIRCULACIÓN DE EQUIPOS PESADOS CERCA DE LAS VIVIENDAS (RUIDO Y VIBRACIONES). QUÉ CRITERIO SE APLICO PARA OPTAR POR LA RUTA SELECCIONADA. DETALLAR QUÉ MEDIDAS SE APLICARAN PARA MINIMIZAR LA ALTERACION DEL TRANSITO VEHICULAR LAR EN LAS ZONAS POBLADAS (RUIDO Y VIBRACIONES).

MCQSA ha establecido en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, un límite de velocidad de 20Km/h como medida preventiva dentro del Proyecto a persona de la empresa y contratistas. De igual forma se exige a los contratistas y personal de la empresa cumplir a todo momento con el reglamento de tránsito nacional.

Con relación a las rutas de transporte, la selección de la ruta de acceso al proyecto corresponde a los resultados obtenidos del estudio de tráfico desarrollado para el proyecto, el cual forma parte de la sección 8 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III (el estudio de tráfico se encuentra en el anexo 3.3 de este documento). MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta

de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía ya que los mismos solo transitaran en los caminos internos del proyecto. En el anexo 3.7 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

2.90 EN LA PAGINA 10-45 EN EL PUNTO 10.1.2.1.1.1. CONTROL DE POLVO (MATERIAL PANICULADO) SE INDICA " EN DÍAS EXTREMADAMENTE SECAS Y SOLEADOS, CONTROL DE POLVOS EN LA FAJA TRANSPORTADORA PROVENIENTE DEL TAJO DE QUEMITA, PARA EVITAR LA GENERACIÓN DE PARTÍCULAS DE POLVO EN EL AIRE". EXPLICAR Y JUSTIFICAR QUE CRITERIO TIENE PREVISTO APLICAR MCQSA PARA DETERMINARAN CUANDO UN DÍA DEBE CONSIDERARSE "EXTREMADAMENTE SECO~ Y EN CONSECUENCIA ACTIVAR EL MECANISMO DE CONTROL DE POLVOS EN LA CINTA TRANSPORTADORA. CUÁLES SON LOS MECANISMOS PARA CONTROL DE POLVOS DE LA CINTA TRANSPORTADORA Y EXPLICAR SU FUNCIONAMIENTO.

Dentro de la huella del proyecto, MCQSA mantiene una estación meteorológica (estación HOBO), la cual monitorea de manera horaria los parámetros climáticos del área del proyecto. Se mantienen datos históricos desde 2014, los cuales se correlacionan con los datos de la Estación Meteorológica la Llana. A través de un análisis histórico de la data, se podrá determinar los periodos en los que se presenta aumento de la velocidad del viento con una disminución en la humedad relativa y aumento de la temperatura. Con esta información y a través de las inspecciones diarias que realizan los inspectores ambientales del proyecto se prepararan las medidas para activar los controles de polvo en la Cinta Transportadora.

La cinta transportadora estará cubierta para evitar las emisiones de material particulado, sin embargo se contempla humedecer con agua el material antes de su ingreso a la tolva de la trituradora.

2.91 EN LA PÁGINA 10-46 EN EL PUNTO 10.1.2.1.1.2. GASES DE COMBUSTIÓN SE INDICA "... EN RELACIÓN AL FUNCIONAMIENTO DEL HORNO DE FUNDICIÓN, SE APLICARÁN LAS SIGUIENTES MEDIDAS: LAS EMISIONES PRODUCTO DE LA FUNDICIÓN DE MATERIAL SERÁN CONTROLADAS A TRAVÉS DE FILTROS DE MANGO Y EL HORNO DE FUNDICIÓN FUNCIONARÁ SOLO CUATRO VECES A LA SEMANA DURANTE CUATRO HORAS CODA VEZ, MINIMIZANDO LA OPERACIÓN A 16 HORAS POR SEMANA. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI EL PROYECTO CONSIDERA MECANISMOS PARA REDUCIR LA EMISIÓN DE GASES A LA ATMÓSFERA DEL HORNO DE FUNDICIÓN. EN CASO AFIRMATIVO QUE EXPLIQUE EL MECANISMO PREVISTO Y SU FUNCIONAMIENTO. EN CASO NEGATIVO QUE JUSTIFIQUE SU EXCLUSION.

Los mecanismos propuestos para reducir la emisión de gases son los filtros de mangas. Los gases provenientes del proceso de fundición pasan a través de un colector de polvo, el cual trabajará con un set de temperatura máxima de 180 °C, este colector se regulará a través del ingreso de aire en la tubería de colección, controlado por un dámper mecánico. El polvo colectado es descargado a través de tolvas de colección. Los gases salientes del colector pasan a través de filtros de carbón y luego por una ducha de agua, previo a su descarga al medio ambiente. Ver punto 2.20 donde se muestran los esquemas conceptuales del sistema de reducción de emisiones.

2.92 EN LA PÁGINA 10-53 EN EL PUNTO 10.1.2.3.1. AGUA PARA EL PROCESO SE INDICA "...EL MANEJO DE AGUA DE LA PILETA DE EXCESOS, DEBERÁ CONSIDERAR UN VERTEDERO O CANAL DE DESCARGA DE EMERGENCIA PARA EVITAR UNA FALLA CATASTRÓFICA DEL TERRAPLÉN, EN CONDICIONES ALTERADAS SUPERIORES A LAS CONDICIONES DE DISEÑO". EXPLICAR Y JUSTIFICAR DÓNDE DESCARGARÁ EL CANAL DE DESCARGA DE LA PILETA DE EXCESOS (INCLUIR COORDENADAS CON DATUM NAD 27 O WGS 84). QUÉ VOLUMEN MÁXIMO DE DESCARGA PODRÍA ESPERARSE EN CASO DE CONDICIONES ALTERADAS SUPERIORES A LA DE DISEÑO. CUÁL SERÍA LA CALIDAD ESPERADA PARA ESA DESCARGA (PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICOS Y VALORES) Y LOS MECANISMOS QUE SE IMPLEMENTARÁN PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL VERTIDO. SI EXISTE RIESGO DE VOLCAR AGUA NO TRATADA (POR EJEMPLO EN CASO DE QUE EL CAUDAL INGRESANTE SUPERE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 300 M3/H).

El canal de descarga de la pileta de excesos descarga en la Planta de Tratamiento de agua de procesos. Asimismo, la pileta de excesos cuenta con un canal de descarga de emergencia con una sección trapezoidal de 5 metros de fondo y una profundidad de 0.50 metros. Las coordenadas UTM Datum WGS84 son:

- Cresta:N 833,274 E 551,052 Elevación = 220.00
- Pie:N 833,235 E 550,990 Elevación = 185.00

Durante las condiciones climáticas más húmedas que el promedio, se puede emplear el tratamiento del agua para tratar y descargar el exceso de agua a

medida que sea necesario para mantener los volúmenes de almacenamiento de diseño. Sólo se requerirán el tratamiento y descarga de agua en condiciones climáticas más húmedas que el promedio anual. Durante la condición climática húmeda de 1 en 100 años, incluso con evaporación mejorada, se requerirá tratamiento de agua todos los meses del año. Los caudales aproximados de tratamiento de agua oscilan entre cero en marzo y abril hasta 65 m³/hr en noviembre, con un promedio aproximado de 32 m³/h.

Durante las operaciones, se requerirá un seguimiento temprano y frecuente del volumen de almacenamiento del estanque para determinar cuándo se requiere el tratamiento de agua. El exceso de agua en el estanque para eventos reduce la capacidad de almacenamiento del sistema durante grandes tormentas. Además de tratamiento de agua, se emplearán técnicas de evaporación mejoradas durante el año para reducir aún más el exceso de agua.

En el cálculo de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio se han contemplado los siguientes escenarios:

Tabla 2-22: Escenarios de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio

Criterio	Volumen requerido de almacenaje (m³)	
	Pileta solución rica	Pileta excesos
24-hr de volumen de operación	16,800	0
24-hr de volumen de drenado	16,800	16,800
110% de volumen del tanque solución estéril	600	0
25-años, 24-hr de volumen de tormenta	49,600	
Acumulación de volumen de fluido promedio anual	0	239,400
Almacenamiento individual por pileta	34,200	239,400
Almacenamiento total combinado	323,200	

Fuente: Golder Associates, 2016.

Como se ha explicado en los párrafos anteriores el tratamiento de agua se dará en las condiciones climáticas más húmedas que el promedio y como se operará la planta de detoxificación para garantizar un control de calidad y verter agua con los valores de concentración permisibles al efluente. El máximo gasto esperado en el mes más húmedo de un año con lluvias arriba de las lluvias promedio es de 65 m^3/hr y la planta tiene una capacidad de tratamiento de 300 m^3/hr.

Por lo que para que la pileta de excesos derrame solución por el vertedero de emergencia debe de ocurrir una precipitación de niveles catastróficos dado que la planta de detoxificación tiene 4.5 veces más capacidad que el volumen máximo a tratar en el mes con más precipitación en un año húmedo (Noviembre, 65 m^3/hr). El vertedero se ha diseñado y se deberá construir para garantizar la estabilidad del talud de la pileta de excesos en el caso hipotético de un desfogue de emergencia, pero la realidad es que nunca va a recurrir o se va a tener un derrame de agua no tratada hacia la quebrada.

Asimismo, en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, en su sección 5 –Descripción del Proyecto, punto 5.7.4.3 se indica que se ha previsto la purga de las soluciones pobres en caso de que se genere un exceso de solución en el circuito de la pila de lixiviación, sobre todo en los años lluviosos. La concentración de cianuro de esta solución debe reducirse por medio de un proceso de destrucción de cianuro, antes de ser descargada. La planta de tratamiento de agua cianurada utilizará un proceso de aire/SO_2, siendo el SO_2 proporcionado por el bisulfito de amonio. Este reactivo proporciona el ion sulfito, el cual (en presencia del oxígeno disuelto y de un catalizador de sulfato de cobre) oxidará el cianuro libre y el cianuro que está ligeramente mezclado con metales tales como el cobre, zinc y níquel, para formar un ion de cianato. El ion de cianato no es estable, por lo que debe ser posteriormente hidrolizado a iones carbonatados y de amonio. Los metales precipitarán luego en la forma de hidróxidos metálicos. El agua tratada será descargada por gravedad en la quebrada Maricela. La planta de tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3/hora. Se espera que la planta no se requiera durante las condiciones climáticas de años promedio cuando la extracción y apilamiento de mineral está activo.

Esta descarga cumplirá con los parámetros establecidos en el Plan de Monitoreo de Calidad de Agua que se incluye en el punto 10.3.3 del Plan de Manejo del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro. En la Tabla 2-20 de este documento se presentan los parámetros ambientales de calidad de agua.

El punto 10.3.3.2 Estaciones de monitoreo del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro detalla en su tabla 10.3-11 la ubicación de los puntos de monitoreo de las descargas del proyecto. En la misma se indica la descarga de la planta de desintoxicación. A continuación se presenta la información.

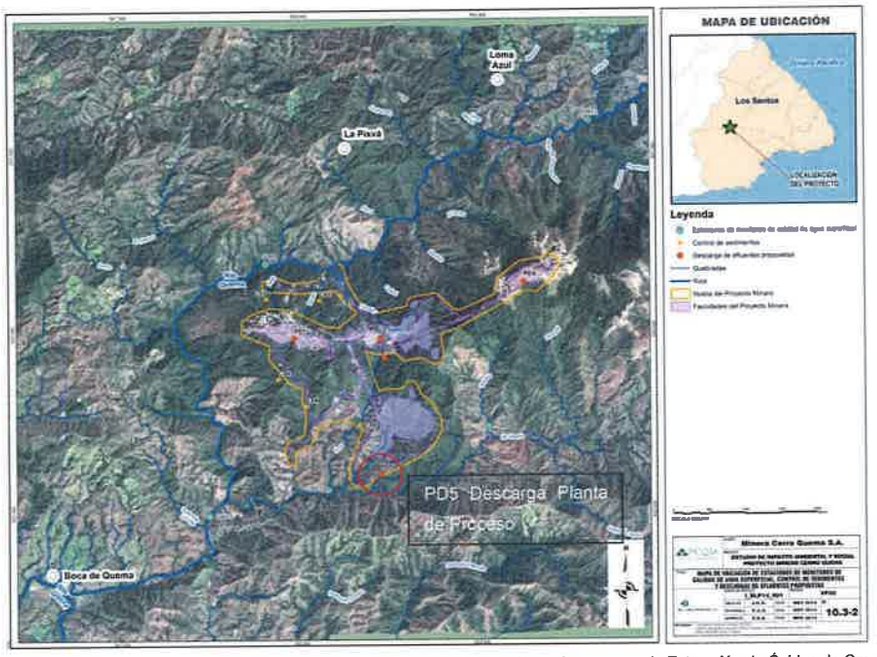
Tabla 2-23: Puntos de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema.

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
Descarga de efluentes				
PD1	Punto de descarga del tajo La Pava	834 910	549 910	17N
PD2	Planta de tratamiento de aguas ácidas	834 895	551 105	17N
PD3	Planta de tratamiento de aguas residuales	834 635	551 160	17N
PD4	Punto de descarga del tajo Quemita	835 685	553 105	17N
PD5	PTAR AGUA PROCESOS (desintoxicación)	833 015	551 105	17N

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

El punto PD5 representa dicha descarga. A continuación se presenta la figura 2-27 en donde se aprecia el sitio propuesto.

Figura 2-27: de descarga, Proyecto Minero Cerro Quema.



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.93 EN LA PÁGINA 10-53 EN EL PUNTO 10.1.2.3.1. AGUA PARA EL PROCESO SE INDICA "... EL MANEJO DE AGUA DE LA PLANTA DE DESTRUCCIÓN DEL CIANURO DE LA SOLUCIÓN DE PROCESOS, DEBERÁ TRATAR EL AGUA PROVENIENTE DE LA PILETA DE EXCESOS, PREVIA A SU DESCARGA A LA QUEBRADA MARICELA". EXPLICAR Y JUSTIFICAR QUE VOLUMEN MÁXIMO (M3/HORA) DE DESCARGA PODRÍA ESPERARSE EN LA QUEBRADA MARICELA. CUÁL SERÍA LA CALIDAD ESPERADA PARA ESA DESCARGA (PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y VALORES). SI EXISTE RIESGO DE VOLCAR AGUA NO TRATADA (POR EJEMPLO EN CASO QUE EL CAUDAL INGRESANTE SUPERE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE 300 M3 /H).

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, en su sección 5 –Descripción del Proyecto, punto 5.7.4.3 indica que se ha previsto la purga de las soluciones pobres en caso de que se genere un exceso de solución en el circuito de la pila de lixiviación, sobre todo en los años lluviosos. La concentración de cianuro de esta solución debe reducirse por medio de un proceso de destrucción de cianuro, antes de ser descargada. La planta de tratamiento de agua cianurada utilizará un proceso de aire/SO_2, siendo el SO_2 proporcionado por el bisulfito de amonio. Este reactivo proporciona el ion sulfito, el cual (en presencia del oxígeno disuelto y de un catalizador de sulfato de cobre) oxidará el cianuro libre y el cianuro que está ligeramente mezclado con metales tales como el cobre, zinc y níquel, para formar un ion de cianato. El ion de cianato no es estable, por lo que debe ser posteriormente hidrolizado a iones carbonatados y de amonio. Los metales

precipitarán luego en la forma de hidróxidos metálicos. El agua tratada será descargada por gravedad en la quebrada Maricela. La planta de tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3/hora. Se espera que la planta no se requiera durante las condiciones climáticas de años promedio cuando la extracción y apilamiento de mineral está activo. La Tabla 5.7-1 incluida en la sección 5.7.4.3 Tratamiento de agua cianurada de proceso del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro muestra los caudales de dicha PTAR, a continuación se presenta nuevamente.

Tabla 2-24: Tasas de flujo de la PTAR de aguas de Proceso, Proyecto Minero Cerro Quema

Mes	Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas (m^3/hrs)[1]	
	Fase 1 Operaciones	Fase 2 Operaciones
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	4.5
Mayo	0.0	10.2
Junio	29.6	35.6
Julio	30.7	40.8
Agosto	28.8	42.9
Septiembre	35.0	50.0
Octubre	35.8	50.9
Noviembre	41.0	59.0
Diciembre	31.2	47.1

Nota: [1] Las tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas presentadas son activas solamente mientras exista trabajos de minería y apilamiento y no son válidas para después del apilamiento de enjuague de la pila
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Durante las condiciones climáticas más húmedas que el promedio, se puede emplear el tratamiento del agua para tratar y descargar el exceso de agua a medida que sea necesario para mantener los volúmenes de almacenamiento de diseño. Sólo se requerirán el tratamiento y descarga de agua en condiciones climáticas más húmedas que el promedio anual. Durante la condición climática húmeda de 1 en 100 años, incluso con evaporación mejorada, se requerirá tratamiento de agua todos los meses del año. Los caudales aproximados de tratamiento de agua oscilan entre cero en marzo y abril hasta 65 m^3/hr en noviembre, con un promedio aproximado de 32 m^3/h.

Durante las operaciones, se requerirá un seguimiento temprano y frecuente del volumen de almacenamiento del estanque para determinar cuándo se requiere el tratamiento de agua. El exceso de agua en el estanque para eventos reduce la capacidad de almacenamiento del sistema durante grandes tormentas. Además de

tratamiento de agua, se emplearán técnicas de evaporación mejoradas durante el año para reducir aún más el exceso de agua.

En el cálculo de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio se han contemplado los siguientes escenarios:

Tabla 2-25: Escenarios de almacenamiento de las piletas de solución rica y de excesos en un año de precipitación promedio

Criterio	Volumen requerido de almacenaje (m^3)	
	Pileta solución rica	Pileta de excesos
24-hr de volumen de operación	16,800	0
24-hr de volumen de drenado	16,800	16,800
110% de volumen del tanque solución estéril	600	0
25-años, 24-hr de volumen de tormenta	49,600	
Acumulación de volumen de fluido promedio anual	0	239,400
Almacenamiento individual por pileta	34,200	239,400
Almacenamiento total combinado	323,200	

Fuente: Golder Associates, 2016.

Como se ha explicado en los párrafos anteriores el tratamiento de agua se dará en las condiciones climáticas más húmedas que el promedio y como se operará la planta de detoxificación para garantizar un control de calidad y verter agua con los valores de concentración permisibles al efluente. El máximo gasto esperado en el mes más húmedo de un año con lluvias arriba de las lluvias promedio es de 65 m^3/hr y la planta tiene una capacidad de tratamiento de 300 m^3/hr.

Por lo que para que la pileta de excesos derrame solución por el vertedero de emergencia debe de ocurrir una precipitación de niveles catastróficos dado que la planta de detoxificación tiene 4.5 veces más capacidad que el volumen máximo a tratar en el mes con más precipitación en un año húmedo (Noviembre, 65 m^3/hr). El vertedero se ha diseñado y se deberá construir para garantizar la estabilidad del talud de la pileta de excesos en el caso hipotético de un desfogue de emergencia, pero la realidad es que nunca se va a recurrir o se va a tener un derrame de agua no tratada hacia la quebrada.

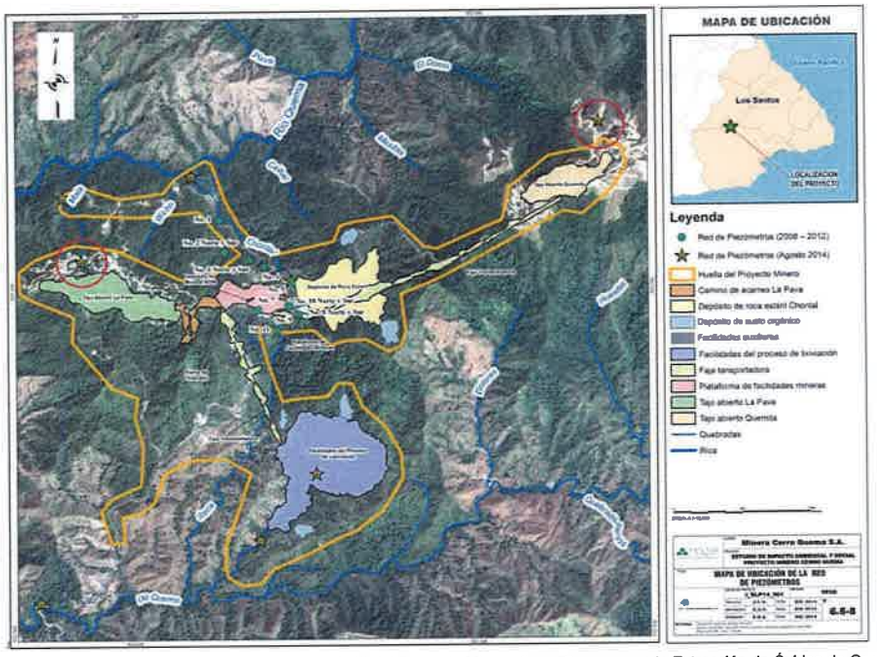
2.94 EN LA PÁGINA 10-61 EN EL PUNTO 10.1.2.3.7.1. DESAGÜE DE LOS TAJOS SE INDICA "... DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS, NO SE PREVÉ QUE EL DESARROLLO DEL TAJO INTERCEPTE EL ACUÍFERO QUE ESTA EN CONTACTO DIRECTO CON EL MINERAL SULFUROSO, POR LO MISMO SOLO SE HAN CONSIDERADO MEDIDAS PARA EL MANEJO DEL AGUA DE LLUVIA DENTRO DEL TAJO". SIN EMBARGO, EN EL ESTUDIO HIDROLÓGICO (LBF 6.6) SE OBSERVA QUE LOS NIVELES FREÁTICOS REPORTADOS SE ENCUENTRAN PRÓXIMOS A LA SUPERFICIE (0 - 50 M), SIENDO QUE LOS TAJOS TENDRÁN MAYOR PROFUNDIDAD. EXPLICAR CON CLARIDAD Y JUSTIFICAR A QUE PROFUNDIDAD SE ENCUENTRA EL AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS INMEDIACIONES DE LOS TAJOS LA PAVA Y QUEMITA. CUÁLES SON LOS PIEZÓMETROS DE REFERENCIA PARA CADA TAJO. SI EL PROYECTO CONSIDERA FACTIBLE EL SURGIMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA DENTRO DE LOS TAJOS A MEDIDA QUE SE REALICEN LAS EXCAVACIONES. EN CASO AFRRMATIVO QUE EXPLIQUE LOS EQUIPOS PREVISTOS PARA DESAGOTE, EL PROCEDIMIENTO DE DESAGOTE, EL EVENTUAL RIESGO DE AFLORAMIENTO DE DRENAJE ACIDO DE ROCA, EL TRATAMIENTO DEL AGUA PREVIO AL VUELCO EN SUPERFICIE Y SI EXISTE RIESGO DE AFECTAR LOS MANANTIALES CERCANOS A CADA TAJO. EN CASO NEGATIVO, QUE JUSTIFIQUE SU POSICIÓN.

No se esperan que los tajos intercepten el nivel freático regional de agua subterránea. Los acuíferos locales colgados o las aguas atrapadas en estructuras como las fallas pueden existir en el área del tajo. A pesar de los niveles altos de precipitación, no anticipamos que las presiones de poro altas se formarán en los taludes ya que están excavados debido al área pequeña de recarga y la topografía inclinada en las proximidades de los tajos que debe resultar en una escorrentía superficial rápida.

El lecho de roca está suficientemente fracturado para que los acuíferos colgados localmente y el agua atrapada en las fallas probablemente drene libremente conforme el tajo es excavado, así que los esfuerzos sistemáticos de despresurización en todo el tajo no son probables que se requieran para lograr taludes estables. Si se encuentran los acuíferos colgados o agua atrapada en fallas con una orientación desfavorable en los bancos y taludes de inter rampa, se pueden instalar unas medidas de despresurización del talud que constan de drenes horizontales y pozos para mejorar la estabilidad, si es necesario.

En la figura 2-28 se muestran los piezómetros de referencia para cada uno de los tajos.

Figura 2-28: Piezómetros de referencia para cada uno de los tajos



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Los piezómetros irán aumentando y su ubicación cambiara a medida que se incrementen las operaciones de minado de los tajos.

2.95 EN LA PÁGINA 10-62 EN EL PUNTO 10.1.2.3.7.2. DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL SE INDICA "... FINALMENTE, PARA ASEGURAR QUE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS SEAN EFECTIVAS, SE REALIZARÁ EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL ALREDEDOR DEL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL. EN CASO DE QUE SE DETECTE UNA DEGRADACIÓN DEL AGUA EN ALGUNA ÁREA SE REALIZARÁN INVESTIGACIONES PARA DETERMINAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS APROPIADAS Y NECESARIAS". INCLUIR EN EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL LAS ACCIONES CORRECTIVAS "APROPIADAS Y NECESARIAS" PARA TRATAR EL AGUA EN CASO QUE SE DETECTE DEGRADACIÓN, YA QUE NO ES ADMISIBLE QUE SE REALICEN ESTUDIOS UNA VEZ QUE APARCECA EL PROBLEMA YA QUE NO DARÁ TIEMPO PARA ACTUAR POR ENDE COMO MEDIDA PREVENTIVA, EL PROYECTO DEBE ESTAR PREPARADO POR ANTICIPADO PARA ATENDER ESTE TIPO DE CONTINGENCIAS.

MCQSA ha establecido en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, las medidas de mitigación relacionadas con la posible formación de DAR en el WRD se detallan en el punto 10.1.2.3.7.2, de dicho plan. A continuación se listan estas medidas:

- La exposición y la posibilidad de la generación de aguas ácidas provenientes del depósito de roca estéril Chontal, serán minimizadas construyendo canales de derivación de agua superficial permanentes alrededor del depósito para interceptar y dirigir el drenaje hacia la planta de tratamiento de aguas acidas.

- Se ha diseñado, una pileta de recolección de drenajes en el caso de generarse drenaje ácido de rocas (DAR) ubicada debajo del depósito de roca estéril (WRD). Para que posteriormente estos drenajes puedan ser bombeados y adecuados en una planta de tratamiento de aguas ácidas.
- La planta de tratamiento, se usará para tratar la filtración que se obtenga en la parte baja. El agua que será descargada deberá cumplir con los estándares de descarga que le sean aplicables. Las aguas consideradas como limpias o no impactadas procedentes de las zonas altas, deberán ser derivadas a través de canales.
- La planta de tratamiento de aguas ácidas recibirá el agua de la pileta de recolección de DAR, donde será tratada y clarificada antes de su descarga al ambiente. La descarga del efluente tratado, será conducida a un canal en la quebrada Chontal, previo control de calidad por parte de MCQSA.
- La infiltración del agua de lluvia en los materiales del depósito será minimizada mediante:
  - Conformación final para promover el drenaje y reducir la retención de agua; y
  - colocación de suelo orgánico y revegetación de las superficies del depósito luego de ser reconformado. Este tipo de cubierta no sólo reducirá la infiltración sino que también reducirá el potencial de oxidación del mineral;

MCQSA también cuenta con un Plan de Manejo de Agua indicado en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental (Anexo 10) específico para la etapa de operación. Este plan de manejo deberá considerar balance de agua de los procesos; manejo de aguas pluviales; manejo de aguas proveniente de la operación minera. El Plan de Manejo de Agua establece que en base a los resultados de las pruebas de lixiviación de metales de los estériles y el mineral lixiviado obtenidos hasta la fecha, el drenaje del Depósito de Roca Estéril (WRD) recolectado en el estanque del Depósito tendrá que ser tratado antes de ser descargado al medio ambiente. El agua tratada será vertida por gravedad a través de una tubería a la Quebrada Chontal. Para definir la capacidad de la planta de tratamiento de agua se tomará en cuenta los flujos de entrada procedentes del Depósito de Roca Estéril, el tajo La Pava y el tajo Quemita. Se anticipa que la planta de tratamiento deberá utilizarse en todas las condiciones climáticas.

En el punto 2.26 de este documento se detallan las medidas de mitigación para control del drenaje acido de roca.

2.96 EN LA PÁGINA 10-67 EN EL PUNTO 10.1.2.5. PROGRAMA DE CONTROL DE MATERIALES PELIGROSOS SE INDICA "... LA UTILIZACIÓN DE MERCURIO SERÁ REDUCIDA EN EL PROCESO. PRINCIPALMENTE, SERÁ UTILIZADO PARA LA FUNDICIÓN DEL MATERIAL PARA LA FABRICACIÓN DE LAS BARRAS DE DORE. DURANTE EL PROCESO DE FUNDICIÓN, EL MERCURIO SERA CAPTURADO A TRAVÉS DE FILTROS DE MANGA POR LO QUE SE ESTIMA QUE NO HABRA EMISIONES FIJAS SIGNIFICATIVAS. SE ESTIMA QUE DURANTE TODA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO SOLO SE ACUMULARÁN HASTA 2 LITROS DE ESTE MATERIAL EN UN PERIODO DE 5 AÑOS". EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁL SERÁ EL CONSUMO ANUAL, LA PROVISIÓN, EL ALMACENAMIENTO, EL MANEJO DE ENVASES, EL MANEJO DE EMISIONES. LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y EL MONITOREO AMBIENTAL DE LAS EMISIONES DE MERCURIO A LO LARGO DE TODA LA ETAPA DE OPERACIÓN. QUÉ SIGNIFICA QUE SE ESTIMA QUE NO HABRÁ EMISIONES FIJAS SIGNIFICATIVAS DE MERCURIO A LA ATMÓSFERA. ¿HABRÁ EMISIONES? ¿DE CUÁNTO? ¿CUÁL SERA LA EFICIENCIA ESPERADA (%) DEL FILTRO DE MANGA PARA RETENER LOS VAPORES DE MERCURIO? TRATÁNDOSE DE UN ELEMENTO ALTAMENTE PELIGROSO PARA LA SALUD HUMANA (VAPORES) SE DEBERA INDICAR CUANTO MERCURIO SE ESTIMA QUE HABRÁ EN LAS EMISIONES Y SUS EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE.

- La utilización de mercurio será reducida en el proceso. Principalmente, será utilizado para la fundición del material para la fabricación de las barras de dore. Durante el proceso de fundición, el mercurio será capturado a través de filtros de manga con una eficiencia de 91% por lo que se estima que no habrán emisiones fijas significativas. Se estima que durante toda la operación del proyecto solo se acumularan hasta 2 litros de este material en un período de 5 años;
- Recolectar y recuperar el mercurio del sistema de producción por medio de la utilización de envases especiales para el almacenamiento y transporte de mercurio;
- Crear un área de almacenamiento de mercurio dentro de la propiedad de MCQSA o enviar los envases fuera de la propiedad;
- Contactar empresas a nivel local o internacional que se interesen por comprar este tipo de producto (mercurio)

La manipulación y el transporte del mercurio fuera del proyecto deberán realizarse según lo estipulado en la sección 10.9 del Plan de Contingencias. El mercurio se almacenará en el área de almacenamiento de materiales peligrosos. El manejo y almacenamiento de materiales peligrosos seguirá las medidas establecidas por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 sobre higiene y seguridad industrial para la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. Estas áreas incluirán contención y sistemas de recolección diseñados para manejar derrames, así como facilitar la limpieza con el fin de minimizar la posibilidad de derrames y accidentes. El área de almacenamiento de reactivos consistirá de una plataforma de concreto de 302 m^2,

ubicada a 15 m al noreste del área de ADR. El área de almacenamiento estará dividida en áreas separadas, de manera que los productos permanezcan segregados. El área de almacenamiento tendrá un techo cubierto para proteger los reactivos del clima.

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas en la refinería dando como resultado que las concentraciones de estas emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de estas emisiones son no significativos.

Tabla 2-26: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema

Fuentes	Emisiones horarias (g/s)	Concentración Promedio 1 hora (µg/m³) a sotavento			Concentración aguda (µg/m³)	Concentración Promedio anual (µg/m³) a sotavento			Concentración crónica (µg/m³)
		1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Horno de Fundición	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03	1,000	4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	0.313

Fuente: Golder Associates, 2015.

En relación al funcionamiento del horno de fundición, se aplicarán las siguientes medidas enunciadas en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro:

- Las emisiones producto de la fundición de material serán controladas a través de filtros de manga;
- El horno de fundición funcionará sólo cuatro veces a la semana durante cuatro horas cada vez, minimizando la operación a 16 horas por semana;
- Las cenizas generadas durante el proceso de fundición serán acopladas en recipientes debidamente señalizados como material peligroso.
- Realizar la verificación anual de las emisiones provenientes del horno de fundición

2.97 EN LA PÁGINA 10-69 EN EL PUNTO 10.1.2.6.2. FAUNA SILVESTRE SE INDICA "... DURANTE EL PROCESAMIENTO DE MINERALES, PARA EVITAR LA ATRACCIÓN Y EL POTENCIAL IMPACTO DE LAS AVES EN LAS PILETAS DE PROCESO SE INSTALARÁN LOS SIGUIENTES DISPOSITIVOS CON EL FIN DE REPELERLOS DEL ÁREA'", SIN EMBARGO DICHO IMPACTO NO FUE INCLUIDO EN EL CAPÍTULO 9. INCLUIR ESTE IMPACTO EN EL CAPÍTULO 9 IMPACTOS AMBIENTALES Y EN EL MONITOREO AMBIENTAL.

Incluido en el capítulo 9 corregido y anexado en este documento.

2.98 EN LA PÁGINA 10-70 EN EL PUNTO 10.1.3. ETAPA DE CIERRE/POST CIERRE SE INDICA "... ASEGURAR LA ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS INSTALACIONES MINERAS QUE PERMANEZCAN EN EL POST CIERRE TALES COMO LOS TAJOS, DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL Y PILA DE LIXIVIACIÓN". DESCRIBIR DETALLADAMENTE CUÁLES SON LAS MEDIDAS EFECTIVAS QUE SE DEBERÁN IMPLEMENTAR PARA SATISFACER ESTA OBLIGACIÓN.

El plan de cierre para el proyecto Cerro Quema, MCQSA seguirá las prácticas y pautas aceptadas por las minas en otras regiones donde se realizan operaciones mineras a cielo abierto y patios de lixiviación. Las áreas perturbadas por la minería serán reclamadas y cerradas en condiciones físicamente y químicamente estables. El HLF y el serán construidos y operados con la anticipación del cierre al final de la vida de la mina usando procedimientos concurrentes de recuperación en la mayor parte posible. El enfoque de toda la planeación y todas las actividades será para minimizar el impacto o la degradación de aguas superficiales y aguas subterráneas en el área general de la mina. El cierre progresivo de las instalaciones durante operación ayudará este enfoque. En el anexo 3.4 de este documento se encuentra el estudio de Pre factibilidad del HLF y WRD.

2.98.1 *HLF*

La HLF será apilada en cargas de aproximadamente 8 metros en altura, con bancos proporcionados entre cargas para crear un talud de mineral con un promedio total de 2.5H:1V, que proporcionará una estabilidad operacional y después del cierre de la pila, y minimizar la nivelación durante la recuperación a la re-taludarización entre y sobre los bancos para facilitar el drenaje de las aguas superficiales. Se anticipa que, al final del apilamiento y la lixiviación, la pila será enjuagada para remover los residuos de metales preciosos y cianuro de sodio. Al terminar el enjuague, se espera que el mineral enjuagado sea un material no peligroso. Se espera que durante la lixiviación activa después de que se haya terminado el apilamiento de mineral, y durante en enjuague, el agua que se acumule en el sistema de estanques tendrá que ser tratada y descargada a la Quebrada Maricela. El tratamiento y descarga de las aguas en exceso continuará durante este periodo.

La cobertura de cierre para la propuesta HLF consistirá de una capa vegetal, o un compuesto de capa vegetal/suelo que sea capaz de sostener la vegetación local y tenga una permeabilidad baja para reducir la infiltración a la pila. La cobertura será colocada sobre la totalidad de la pila, incluyendo los taludes, bancos, y la parte superior de la plataforma (cresta). Este sistema de cobertura reducirá la filtración a la pila y minimizará el potencial de erosión de suelo y sedimentos a la Quebrada Maricela. Se anticipa que la infiltración a través de la cobertura sea analizada en diseños futuros para desarrollar un diseño más detallado de la cobertura y los sistemas de manejo de agua después del cierre.

Al final del proceso de enjuague y la instalación de la cobertura, el escurrimiento del agua superficial de la cobertura de cierre de la HLF se considera como agua sin contacto. Se realizaran pruebas durante la operación para determinar la calidad de agua que se anticipa de la HLF después del cierre. Se anticipa que esta agua tenga una calidad aceptable para permitir una descarga directa.

El sistema de manejo de aguas superficiales desarrollado en los bancos de recuperación de la pila será conectado al sistema de manejo de aguas superficiales desarrollado durante la construcción de la HLF.

Se anticipa que la mayoría de las estructuras del manejo de agua quedaran in-situ, aunque algunas pueden ser modificadas para acomodar los cambios en las geometrías finales de la pila. Se propone que la pila de excesos u otros estanques del manejo de agua sean incorporados en el sistema del manejo de agua post-cierre para recolectar los flujos residuales de la HLF.

2.98.2 *WRD*

La roca estéril se colocará en cargas de ángulo de reposo de aproximadamente de 10 a 15 metros de altura con compensaciones entre las cargas para proporcionar un ángulo nominal de pendiente de 2.5H:1V. Las pendientes del Depósito incluirán bancos a intervalos regulares, y los inter-bancos serán aplanados conforme el cierre del Depósito progrese. El cierre progresivo incluirá la nivelación de los bancos para que se drenen y la colocación de una cobertura sobre las pendientes y bancos del Depósito como se está desarrollando el WRD, y luego sobre la cresta del Depósito después del cese de minería.

La roca estéril que será colocada en el WRD se espera ser no-reactivo. La cubierta de cierre para el propuesto WRD consta de una capa vegetal o un compuesto de capa vegetal/suelo que sea capaz de apoyar a la vegetación local y tenga una permeabilidad baja para reducir la infiltración al Depósito.

Este sistema de cobertura reducirá la filtración en el WRD y minimizará el potencial de erosión de suelo y de sedimentos a la Quebrada Chontal. Se anticipa que la infiltración sea analizada en diseños futuros para ayudar con los sistemas de manejo de agua para el WRD.

Conforme se desarrolle el sistema de manejo de aguas superficiales para los bancos de la pendiente del WRD, serán construidos los sistemas de desvío de aguas superficiales para drenar los alrededores del Depósito durante la operación. Se anticipa que algunas de las estructuras existentes del manejo de agua serán removidas y cerradas, mientras otras serán modificadas, y con las zanjas finales dirigiendo la escorrentía a la Quebrada Chontal y a las estructuras de control de sedimentos aguas abajo a la confluencia de la Quebrada Chontal y el Rio Quema.

2.99 EN LA PÁGINA 10-71 EN EL PUNTO 10.1.3. ETAPA DE CIERRE/POST CIERRE SE INDICA "... SATISIFACER REQUERIMIENTOS DE LA REGLAMENTACIÓN AMBIENTAL NACIONAL CON RESPECTO A EFLUENTES PROVENIENTES DE INSTALACIONES MINERAS". DESCRIBIR DETALLADAMENTE CUÁL DEBERÁ SER LA CALIDAD DE CADA EFLUENTE A LOS EFECTOS DE CUMPLIR CON LA REGLAMENTACIÓN NACIONAL. DETALLAR PARÁMETROS DEL EFLUENTE Y LOS VALORES MÁXIMOS QUE SERÁN ADMITIDOS.

Sobre los parámetros a monitorear, en el plan de monitoreo propuesto se detallan y listan todos los parámetros propuestos para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de agua. Para ello se establecieron los criterios de evaluación de agua superficial y descarga de efluentes aplicables durante las fases de construcción y operación del Proyecto son los siguientes:

- Decreto Ejecutivo Nº 75 de 4 de junio de 2008;
- Anteproyecto de Ley de aguas naturales de 2007; y
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas.

La tabla 10.3-9 incluida en el Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro lista todos los parámetros que se estarán monitoreando en el Proyecto. A continuación se muestra dicha tabla:

Tabla 2-27: Criterios ambientales para la calidad del agua superficial.

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
temperatura	Δ t (°c)	<2°c	3	3	<2°c	<3°c	<3°c
potencial de hidrógeno	na	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	6.5 - 9.0
sólidos disueltos totales	mg/l	<500	<500	<500	500	<500	
sólidos suspendidos totales	m/l	<50	<50	<50	na	na	na
turbidez	ntu	50 (estación seca)	<50	50-100	50 (estación seca), 100 (estación húmeda)	100 (estación seca)	100 (estación seca)
cloruro	mg/l	250	na	na	250	250	na
cianuro total	mg/l	0.005	<0.01	<0.01	0.005	0.005	0.2
nitratos	mg/l	10	na	na	10	10	10
nitritos	mg/l	1	na	na	1	1	1
sulfuros	mg/l	< 0.005	na	na	na	na	<0.005
sulfatos	mg/l	250	na	na	250	250	500
fluoruro	mg/l	0.75	na	na	0.75	0.75	0.75

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
arsénico	mg/l	0.005	<0.1	<0.1	0.005	0.005	0.01
cadmio	mg/l	0.000017	<0.03	<0.03	0.001	0.001	0.005
cromo	mg/l	0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.05	0.05
cobre	mg/l	0.01	na	na	0.01	0.01	0.02
mercurio	mg/l	0.0001	<0.01	<0.01	0.0002	0.0002	0.001
níquel	mg/l	0.025	na	na	0.025	0.025	0.025
plomo	mg/l	0.005	<0.05	0.05-0.2	0.005	0.005	0.003

Parámetro	Unidades	Criterio ambiental seleccionado	D.E. N° 75 (4 junio 2008)		Anteproyecto ley aguas naturales 2007		
			Contacto directo	Sin contacto directo	Clase 1-C	Clase 2-C	Clase 3-C
selenio	mg/l	0.005	na	na	0.005	0.01	0.01
zinc	mg/l	0.18	na	na	0.18	0.18	0.3
coliformes fecales	ufc/100ml	< 250	< 250 coliformes fecales/100 ml (o 200 estreptococo fecales /100ml)	251-450 coliformes fecales (o 201 500 estreptococo fecales /100ml)	250	1,000	2,000

NA: no aplica

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 75, de 4 de junio de 2008.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

SNC·LAVALIN

2.100 EN LA PÁGINA 10-71 EN EL PUNTO 10.1.3. ETAPA DE CIERRE/POST CIERRE SE INDICA "... DISMINUIR EL CUIDADO ACTIVO QUE PUEDE SER REQUERIDO PODRA TRATAR LAS AGUAS PROVENIENTES DEL ÁREA MINERA DE MODO QUE SE SATISFAGAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD DEL AGUA ESTABLECIDOS POR LA REGLAMENTACION AMBIENTAL NACIONAL, TOMANDO EN CUENTA LAS CONDICIONES DE LÍNEA BASE EXISTENTE PREVIA AL MINADO Y OPERACIÓN DEL PROYECTO". AMPLIAR EL CONCEPTO YA QUE PARECIERA DECIR QUE SE DEBE DESCUIDAR EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN ETAPA DE CIERRE I POST CIERRE.

En la sección 5 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, punto 5.4.4.9 indica lo siguiente:

Un monitoreo de la estabilidad física y química del sitio será necesario después del cierre, el que continuará de forma regular hasta que el monitoreo de la calidad del agua indique que el escurrimiento de las área alteradas del sitio puede ser liberado directamente al medioambiente receptor.

Los resultados del monitoreo se analizarán anualmente para producir un informe que incluya una interpretación de las condiciones en relación al año anterior. Inspecciones semi-anuales se llevarán a cabo por un ingeniero profesional con experiencia en aguas superficiales y subterráneas, terraplenes y cierre de áreas de mina.

El monitoreo físico de la propiedad cerrada incluirá una inspección visual anual, fotografías y notas de terreno de las condiciones del área superficial rehabilitada. Cambios tales como grietas del suelo superficial o depresiones del suelo, etc., que pueden provocar un riesgo de seguridad serán investigados y documentados en detalle para realizar una evaluación de las acciones correctivas a seguir.

El depósito de material estéril, así como las pendientes y áreas del pie de los terraplenes, serán inspeccionados para evaluar asentamiento, grietas, deslizamientos, hundimientos, depresiones, etc.

Estos podrían ser causados por el exceso de tensión, o una capa débil en el terraplén o en los cimientos. Las áreas del pie también serán inspeccionadas para detectar signos de filtración, pérdida de finos o erosión. Los posibles signos de peligro o de peligro potencial serán marcados para ser reexaminados y se evaluarán las acciones correctivas.

Una inspección minuciosa también se llevará a cabo inmediatamente después de eventos extremos, tales como eventos de inundación significativos o de un gran terremoto. Esta inspección incluirá los tópicos que normalmente son monitoreados, así como una inspección detallada de las estructuras, las características de drenaje, caminos, etc., que pueden haber sido afectados por el evento.

Los daños observados en estas estructuras serán evaluados y las medidas correctivas necesarias se tomarán de inmediato para restablecer las estructuras a sus condiciones de diseño original.

Los siguientes lugares han sido seleccionados para toma de muestras de agua superficial después del cierre de la mina:

- Río Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Chontal;
- Quebrada Chontal a la salida de la poza de clarificación;
- Río Quema aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Chontal;
- Quebrada Seca aguas abajo del sitio de la planta;
- Quebrada Chontal aguas arriba del depósito de material estéril;
- Quebrada Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Seca, y
- Río Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Quema.

Los siguientes lugares han sido seleccionados para la toma de muestras de aguas subterráneas después del cierre de la mina:

- En la cuenca al norte, sur, este y oeste del Tajo La Pava (es decir, 4 pozos en total);
- En el sitio de la planta de procesamiento, y
- Aguas abajo del depósito de material estéril.

El muestreo en los lugares mencionados anteriormente se realizará durante las operaciones y estos datos previo al cierre serán utilizados para establecer los promedios base y las variaciones temporales en las concentraciones de los parámetros, suficiente para definir los impactos que podrían ocurrir sobre las aguas subterráneas y las aguas superficiales receptoras.

Un análisis de la calidad del agua será completado para el siguiente conjunto de parámetros: Sólidos totales suspendidos, amoníaco total, pH, temperatura, cobre, plomo, níquel, zinc, conductividad, alcalinidad, sólidos totales disueltos, dureza, nitrato, nitrito, sulfato, aluminio, cadmio, calcio, cromo, cobalto, hierro, mercurio, selenio y molibdeno.

Las muestras de agua superficial se recogerán trimestralmente por al menos durante los 5 años siguientes al cierre y luego anualmente hasta que se pueda demostrar que las condiciones están mejorando o al menos no empeorando. Los parámetros de ensayo corresponderán a todo el conjunto utilizado durante las operaciones para fines de comparación.

Las muestras de agua subterránea se recogerán anualmente por lo menos durante 5 años. Los parámetros de ensayo serán los mismos incluidos en el conjunto utilizado durante las operaciones para fines de comparación.

Un monitoreo anual de las áreas que han sido re-vegetadas se llevará a cabo tras el cierre de la mina. Estas inspecciones anuales serán conducidas al final de la temporada seca y los sitios revegetados deberían ser examinados para determinar la tasa de éxito de la germinación de la cubierta vegetal. Las áreas que parecen estar poco vegetadas serán mejoradas con la adición de cantidades adecuadas de semillas y nutrientes.

La toma de muestras de invertebrados bentónicos y fitoplancton en la Quebrada Chontal y Río Quema se llevará a cabo anualmente por lo menos durante 5 años. Esto ayudará a demostrar que las condiciones están mejorando o al menos no empeorando tras el cierre. Los resultados de las investigaciones deberían ser resumidos y evaluados basados en el número, la diversidad, el tipo y abundancia relativa de los taxones. El plan de cierre será actualizado al tercer y quinto año de operación de la mina.

Por otro lado, la sección 5.4.4 sobre cierre y post cierre indica que la planificación del cierre para el Proyecto Cerro Quema satisfará los lineamientos aceptados de cierre de operaciones para minas en Panamá y seguirá las prácticas y procedimientos mineros aceptados en otras regiones donde se emplea la minería a cielo abierto y de lixiviación. Se reclamarán y cerrarán las áreas afectadas por la minería en condiciones físicas y químicas estables. Se construirán y operarán El HLF y el WRD con la anticipación al cierre de la mina usando procedimientos de reclamación concurrentes.

El enfoque de toda la planificación y de las actividades será minimizar el impacto o degradación de las aguas superficiales y subterráneas en el área general de la mina. El cierre progresivo de las instalaciones durante la operación será parte de este enfoque.

Tal y como se mencionó en el punto 2.95 de este documento, el Plan de Manejo Ambiental incluye un Plan de Manejo de Agua, en el que se establecen las acciones de cierre.

El foco de atención de todo el planeamiento y las actividades de cierre será minimizar el impacto o degradación del agua superficial y subterránea en el área global de la mina. El cierre progresivo de instalaciones durante la etapa de operación ayudará con este objetivo. Para más detalle se podrá encontrar el Plan de Manejo de Agua en el anexo 3.5 de este documento. La sección 5.0 detalla el manejo de agua al cierre de la mina y los puntos 5.1, 5.2 y 5.3 detallan las

operaciones de manejo de agua al cierre para los taludes, depósito de roca estéril y patio de lixiviación respectivamente. La sección 6 del mismo documento detalla las actividades de monitoreo durante cierre y post cierre.

2.101 EN LA PÁGINA 10-71 EN EL PUNTO 10.1.3. ETAPA DE CIERRE/POST CIERRE SE INDICA "... REDUCIR LA EROSION Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS A LOS CUERPOS DE AGUA, SATISFACIENDO LA REGLAMENTACÓN AMBIENTAL NACIONAL PARA SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS. LAS ESTRUCTURAS PARA EL CONTROL DE LA SEDIMENTACIÓN SE DESARROLLARÁN E IMPLEMENTARÁN DE MODO QUE PERDUREN DURANTE EL CIERRE/POST CIERRE (ABONDONO), CON MÍNIMO O NINGÚN MANTENIMIENTO POR PARTE DE MCQSA". AMPLIAR EL CONCEPTO YA QUE PARECIERA DECIR QUE MCQSA DEBERÍA DESENTENDERSE DEL MANTENIMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL CONTROL DE LA SEDIMENTACIÓN DURANTE LA ETAPA DE CIERRE Y POST CIERRE.

La operación minera y sus instalaciones serán cerradas al final de la vida útil de la mina, que se estima de cinco años. El concepto de cierre y post cierre que se propone para el Proyecto apunta a rehabilitar las zonas alteradas y los cursos de agua, con la idea de restablecer sus condiciones, a las condiciones antes de la ejecución del Proyecto. Actualmente existen siete estructuras de control de sedimentos en el área del Proyecto ubicadas en las quebradas Mala, Wicho, Africano, Aguacatal, Gallote, Seca y Chontal. Estas estructuras fueron construidas con gaviones (canastas metálicas rellenas de rocas). A continuación se listan las estructuras de control de sedimento que serán erigidas o reconstruidas al inicio de la etapa de construcción del Proyecto:

- La estructura de control de sedimento existente ubicada en la Quebrada Chontal aguas arriba de la confluencia con el Río Quema será reconstruida para controlar los sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Depósito de Roca;
- La estructura de control de sedimento existente ubicada en la Quebrada Seca aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Quema será reconstruida para

controlar los sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del corredor de la cinta transportadora del patio de lixiviación y la vía principal de acceso a la mina;

- Una nueva estructura de control de sedimento se ubicará en la Quebrada Maricela aguas abajo de los estanques de proceso del Patio de Lixiviación, para capturar y controlar el transporte de sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Patio de Lixiviación; y
- Una nueva estructura de control de sedimento se ubicará en el tributario sin nombre de la Quebrada Maricela ubicado justo al este del Patio de Lixiviación, para manejar los sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Patio de Lixiviación.

Los vertederos de rebose de cada tina de sedimentación han sido dimensionados para el flujo resultante del evento de tormenta de 100-años y 24-horas. Los sedimentos serán removidos con frecuencia regular para prevenir la sobrecarga del estanque de asentamiento aguas arriba del terraplén. Los sedimentos removidos serán depositados en las pilas de acopio de material orgánico.

No obstante durante la etapa de cierre y post cierre, las operaciones mineras habrán cesado así como también las operaciones de lixiviación y minado de tajos, por lo tanto, la generación de sedimentos disminuirá considerablemente, por lo que las operaciones de mantenimiento de estas estructuras se reducirán.

SNC·LAVALIN

2.102 EN LA PÁGINA 10-71 EN EL PUNTO 10.1.3. ETAPA DE CIERRE/POST CIERRE SE INDICA "... DURANTE LA REMEDIACIÓN DEL ÁREA, CONFORMAR Y PERFILAR LA ZONA A UNA PENDIENTE ADECUADA (2H: IV) Y LUEGO SE RECUBRE LA ZONA CON UNA CAPA DE TOPSOIL A 40 CM, PARA LUEGO REALIZAR LA SIEMBRA DE ESPECIES NATIVAS". EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁNTOS M^3 DE TOPSOIL SE NECESITARÁN PARA RESTITUIR LAS ÁREAS DISTURBADAS EN LA HUELLA DEL PROYECTO CON 40 CM DE SUELO. CUÁNTOS M^3 DE TOPSOIL PREVÉ MCQSA QUE PODRÍAN SER OBTENIDOS Y ACOPIADOS DURANTE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO. QUÉ SUPERFICIE DE LA HUELLA DEL PROYECTO PODRÍA SER RESTAURADA CON 40 CM DE ESPESOR UTILIZANDO ESE TOPSOIL ACOPIADO EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN. QUÉ PORCENTAJE (%) REPRESENTA ESA SUPERFICIE QUE SERÁ RESTAURADA CON 40 CM DE ESPESOR, RESPECTO A LA SUPERFICIE TODAL DE LA HUELLA DEL PROYECTO. QUE MANEJO TIENE PREVISTO APLICAR MCQSA PARA LA SUPERFICIE DE LA HUELLA PARA LA QUE NO ALCANCE EL TOPSOIL ACUMULADO EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN.

Basado en las actividades de revegetación las áreas que serán restauradas y recubiertas con topsoil son el HLF y el WRD. El HLF posee un área de 49.3 ha y el WRD un área de 23.5 ha, que representan 197,200 m^3 y 94,000 m^3 de topsoil a 40 cm respectivamente

Durante la etapa de construcción se extraerán topsoil principalmente de la conformación de los tajos, caminos y de los sitios HLF y WRD. Para los taludes y banquetas de los tajos se utilizara la técnica de hidrosiembra para su recubrimiento. También, los sedimentos almacenados en las trampas de sedimentación del proyecto serán aportados para que sirvan de recubrimiento de las áreas del HLF y WRD durante la fase de cierre.

Las áreas afectadas dentro de la huella del proyecto serán restauradas durante la etapa de cierre del proyecto a través de la revegetación de taludes y banquetas por medio de hidrosiembra (taludes y banquetas de tajos), recuperación de taludes de caminos a través de revegetación con *Brachiaria* sp, y a través de un programa de reforestación de 120 ha con especies nativas.

2.103 EN LA PÁGINA 10-72 EN EL PUNTO 10.1.3.2.1. VEGETACIÓN SE INDICA "MÁXIMIZAR EL USO DE ESPECIES NATIVAS DURANTE LA REVEGETACIÓN (REHABILITACIÓN). LAS ESPECIES QUE ACTUALMENLE NO ESTÁN ESTABLECIDAS EN LA REGIÓN DEL PROYECTO NO SERÁN INTRODUCIDAS COMO PARTE DEL PROGRAMA DE REVEGETACIÓN A MENOS QUE SE EFECTUE UNA EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA DICHA ESPECIE". PRESENTAR UN PLAN DE REHABILITACIÓN INDICANDO QUE ESPECIES VEGETALES SE UTILIZARÁN PARA LA REHABILITACIÓN, CANTIDAD ESTIMADA DE EJEMPLARES POR ESPECIE Y VIVEROS DE PROCEDENCIA.

La capacidad de producir y manejar plantones en los viveros de MCQSA (ubicado en la entrada al proyecto conocida como Control 2) y el vivero comunitario de Boca de Quema (vivero El Arcoíris), los cuales tiene una capacidad de 15,000 y 10,000 plantones respectivamente. A continuación se listan las especies que se producen:

- Vivero MCQSA-Maderables
  - Cocobolo
  - Espavé
  - Guayacán
  - Roble
  - Caoba Nacional
  - Macano
  - Cedro amargo
  - Pino
- No maderables.
  - Guabito cansa boca
  - Marañón curasao
  - Café
  - Guabito de Quebrada
  - Caimito
  - Guaba Machete

Vivero El Arcoíris (Boca de Quema)

- Maderables.
  - Espavé
  - Cedro amargo
  - Ceibo
  - Corotú
  - Moro
  - Caoba
  - Guayabo de monte
  - Madroño
  - Melina
  - Roble
  - Guayacán
- No maderables-Frutales
  - Aguacate
  - Cacao
  - Guanábana
  - Guayabo
  - Mamón
  - Mango
  - Marañón curasao
  - Tamarindo

Aquellas áreas que durante la etapa de construcción fueran desprovistas de su capa vegetal, y no formen parte del área de operación serán restauradas. El plan de revegetación está orientado a mitigar los impactos negativos causados por la eliminación necesaria de la vegetación en el área del proyecto; por lo que MCQSA ha seleccionado las especies listadas para revegetar y mantener la estructura

florística en las áreas de taludes, hombros de las carreteras y otros sitios que sean necesarios.

Se deberá identificar las áreas del proyecto que tengan un grado final, y las que formen parte de las futuras excavaciones (y/o construcción). Las de grado final serán revegetadas con vista a largo plazo, y las que formen parte de las futuras excavaciones (o construcción) serán revegetadas con el fin de controlar erosión y generación de partículas (ver punto 2.7 sobre revegetación)

Se evitará el uso de especies, ya sean nativas o exóticas, que tengan la capacidad de colonizar y dominar áreas boscosas, recomendándose que el engramado sea realizado con especies de crecimiento estolonífero como la *Brachiaria* sp y *Chrysopogon zizanioides* (ver punto 2.7).

Con la finalidad de compensar la eliminación de las áreas boscosas afectadas; a pesar que el requisito de la Compensación Ecológica, no está establecido o normado en las normativas ambientales de Panamá, MCQSA se compromete a reforestar con especies nativas en una superficie de 120 hectáreas afectadas por este proyecto.

Especies nativas a utilizar:

- Corotú
- Madroño
- Cocobolo
- Espavé
- Guayacán
- Roble
- Caoba Nacional
- Macano
- Cedro amargo
- Cedro espino

No maderables:

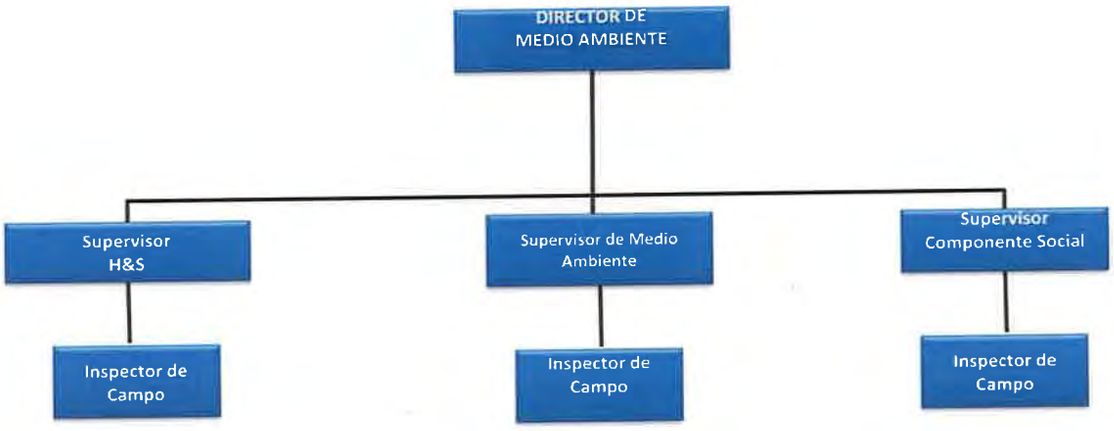
- Guabito cansa boca
- Marañón curasao
- Guabito de Quebrada
- Caimito
- Guaba Machete
- Satra
- Algarrobo
- jobo

El plan de reforestación se programará en forma unificada para todas las áreas afectadas por el Proyecto. Dicho plan se deberá coordinar con el Ministerio de Ambiente para la identificación de los sitios más propicios a ser reforestados, ya sean zonas de terreno degradado, áreas protegidas, parques nacionales, o sitios designados en coordinación con este Ministerio.

El primer paso del proceso será la identificación y evaluación de sitios en coordinación con el Ministerio de Ambiente, las autoridades locales, y las comunidades. Se sigue con un diagnóstico comunitario, preparación de viveros, métodos de preparación de plántulas y substrato, deshierbe, fertilización, control de plagas, y manejo de tallas. El proceso de plantación cubrirá limpieza, trazado, marcado, ahoyado, siembra, fertilización y protección de animales.

2.104 EN LA PÁGINA 10-166 EN EL PUNTO 10.2. ENTE RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS SE INDICA "... LA GERENCIA AMBIENTAL ESTA CONFORMADA POR EL GERENTE AMBIENTAL Y DOS TÉCNICOS AMBIENTALES", SIN EMBARGO EL ORGANIGRAMA (FIGURA 10.2-1) MUESTRA SIETE (7) POSICIONES EN NINGUNA DE LAS CUALES APARECEN LOS DOS TÉCNICOS AMBIENTALES. ACLARAR CÓMO ESTARÁ CONFORMADA LA ESTRUCTURA DEL ENTE RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS.

El organigrama del proyecto se presenta a continuación:



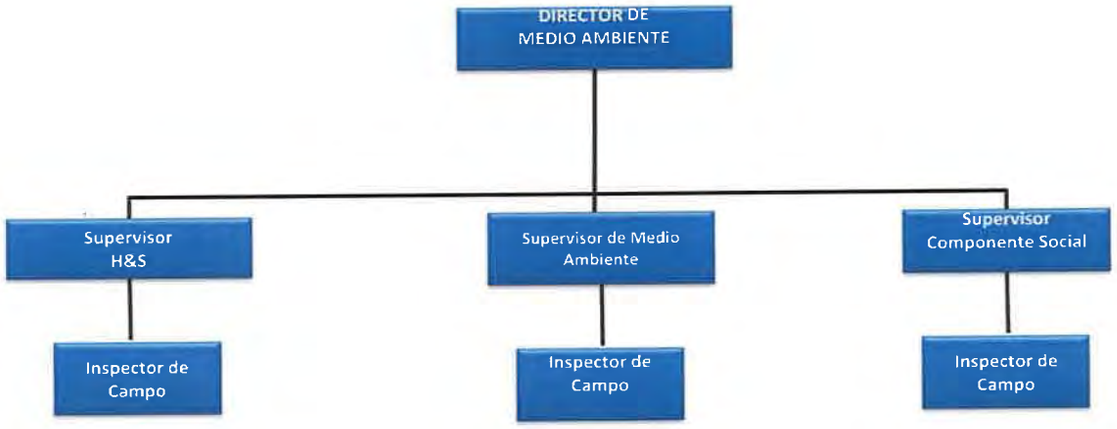
Se requerirá que los supervisores indicados en el organigrama, tengan como grado académico mínimo técnico. Es por esta razón que se mencionan el término Técnico en Medio Ambiente.

MCQSA, será responsable por asegurar el cumplimiento del plan de manejo ambiental (PMA) del proyecto. Para ello, MCQSA cuenta con un Departamento de Medio Ambiente el cual será el responsable de lograr el cumplimiento a cabalidad de los programas establecidos en el PMA del Proyecto.

MCQSA a través de gerencia ambiental, deberá implementar un sistema de manejo ambiental y social, que deberá incluir todos los recursos y organización necesarios para asegurar el cumplimiento del PMA.

2.105 EN LA PÁGINA 10-167 EN EL PUNTO 10.2.1. ROLES Y RESPONSABILIDADCS SE DESCRIBEN LOS ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL GERENTE DE MEDIO AMBIENTE Y EL DE LOS DOS (2) TÉCNICOS (TÉCNICO AMBIENTAL Y TÉCNICO EN SEGURIDAD Y SALUD) PERO NO SE CORRESPONDE CON EL ORGANIGRAMA. PRESENTAR UNA DESCRIPCIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES PARA TODAS LAS POSICIONES QUE SE PRESENTAN EN EL ORGANIGRAMA.

Organigrama del proyecto



El Gerente Ambiental tendrá la autoridad necesaria para paralizar cualquier actividad que represente un peligro. Asimismo, implementará y ejecutará el PMA que se describe en el EIA de acuerdo con los siguientes roles y responsabilidades:

- Gerente Ambiental: Su principal función será
  - velar por la gestión ambiental del sitio y desarrollar, ejecutar y coordinar todos los permisos que involucren los aspectos ambientales, para desarrollar el Proyecto.
  - Ejecutar los diseños y actividades de monitoreo para el cumplimiento de los compromisos asumidos.
  - Reportará e informará a las autoridades competentes, según lo acordado.
  - Estará a cargo de la coordinación y capacitación de los contratistas y de la coordinación con el personal del Proyecto en lo que respecta a asuntos ambientales y de seguridad.
  - Se asegurará de contar con todos los recursos técnicos y humanos para el cumplimiento del PMA y de los programas que lo componen.
  - Verificara que las personas asignadas para asistirlo cumplan de forma adecuada con sus responsabilidades y velará porque se implementen estrictamente los programas de capacitación necesarios.

- Revisará y aprobará semanalmente los reportes emitidos por los supervisores en cada una de los frentes de trabajo.
- En aquellos casos en los cuales se presente alguna emergencia, realizará las coordinaciones necesarias para la implementación de las medidas de contingencia

- Supervisor de Medio Ambiente: tendrá las siguientes responsabilidades:
  - Asegurar el cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en los programas del PMA y de las condiciones ambientales impuestas para la ejecución del Proyecto.
  - Garantizar que el PMA del Proyecto sea apropiadamente implementado y monitoreado
  - Preparar informes mensuales de avance de la implementación de las medidas de mitigación del PMA, los cuales servirán de insumo principal para los informes de cumplimiento y seguimiento trimestrales, semestrales y anuales durante la construcción y operación a partir de las disposiciones ambientales, según sea el caso;
  - Asegurar el cumplimiento de lo establecido en los permisos y/o autorizaciones internos y externos, la elaboración de los reportes de rutina y las actividades del monitoreo. Asimismo, será el responsable de dar las capacitaciones a los contratistas, en lo que respecta a temas ambientales. El supervisor ambiental trabajará en coordinación con el supervisor en seguridad, cuando sea necesario. El supervisor ambiental reportará al Gerente Ambiental.
- Supervisor componente social:
  - Interactuar con las comunidades locales o terceras partes que se consideren afectadas, cuando así lo requieran, para mantenerlas informadas respecto al Proyecto.
  - Desarrollar las actividades del Programa de Responsabilidad Social Empresarial de MCQSA.

- Supervisor de seguridad y salud
  - Su principal función será la de asegurar que contratistas y colaboradores cumplan con los requisitos de salud y seguridad, en las actividades que realizan. Asimismo, será el responsable de dar las capacitaciones a los contratistas, en lo que respecta a temas de salud y seguridad. Elaborará los reportes de seguridad en caso de algún incidente o accidente. Trabajará en coordinación con el supervisor ambiental, cuando sea necesario. El supervisor en seguridad reportará al Gerente Ambiental.
- Inspectores de campo
  - Vigilar si el ecosistema circundante, demuestra síntomas de encontrase afectado por el Proyecto
  - Vigilar el impacto ambiental de las instalaciones controladas con objeto de determinar si es necesario realizar más inspecciones o aplicar medidas para hacer cumplir la legislación
  - Garantizar y asegurar que el sistema que se controla sea correcto, apropiado y suficiente para obtener el cumplimiento de las condiciones necesarias para lograr la protección ambiental.
  - Verificar si el sistema de monitoreo está vigente y cuáles son sus resultados
  - Visitas e inspecciones diarias a las instalaciones y facilidades del Proyecto
  - Supervisión del cumplimiento de las normas de calidad ambiental.

2.106 EN LA PÁGINA 10-169 EN EL PUNTO 10.3.1. CALIDAD DE AIRE Y RUIDO SE INDICA "... EL PRÓPOSITO PRINCIPAL DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE EMISIONES DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO ES PERMITIR A MCQSA CONTAR CON INFORMACIÓN RELACIONADA AL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES MÁIXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERARA, ASÍMISMO, MCQSA UTILIZARÁ LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL PROGRAMA DE MONITOREO PORA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS DE MANEJO DE LA CALIDAD DEL AIRE DEL PROYECTO". EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO MONITOREAR EN LOS CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL PROYECTO, LOS NIVELES DE MATERIAL PARTICULADO (PM10 Y PM2.5) Y DE GASES (A DETERMINAR SEGÚN EMISIONES ESPERADAS DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO), A LOS EFECTOS DE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE LAS ZONAS POBLADAS MÁS PRÓXIMAS Y APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS QUE RESULTEN NECESARIAS PARA BIENESTAR DE LA POBLACIÓN LOCAL. SI ESTA PREVISTO MONITOREAR EN LOS CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL PROYECTO, LOS NIVELES DE RUIDO Y DE VIBRACIONES, A LOS EFECTOS DE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE LAS ZONAS POBLADAS MÁS PRÓXIMAS Y APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS QUE RESULTEN NECESARIAS PARA BIENESTAR DE LA POBLACIÓN LOCAL. EN CASO AFIRMATIVO, EXPLICAR Y JUSTIFICAR LA CANTIDAD Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO, LA FRECUENCIA DE MONITOREO EN CADA ESTACIÓN Y LOS PARÁMETROS A MEDIR Y NIVELES GUÍA DE REFERENCIA QUE SERÁN APLICADOS. EN CASO NEGATIVO EXPLICAR Y JUSTIFICAR DICHA OMISIÓN.

2.106.1 *Monitoreo material particulado*

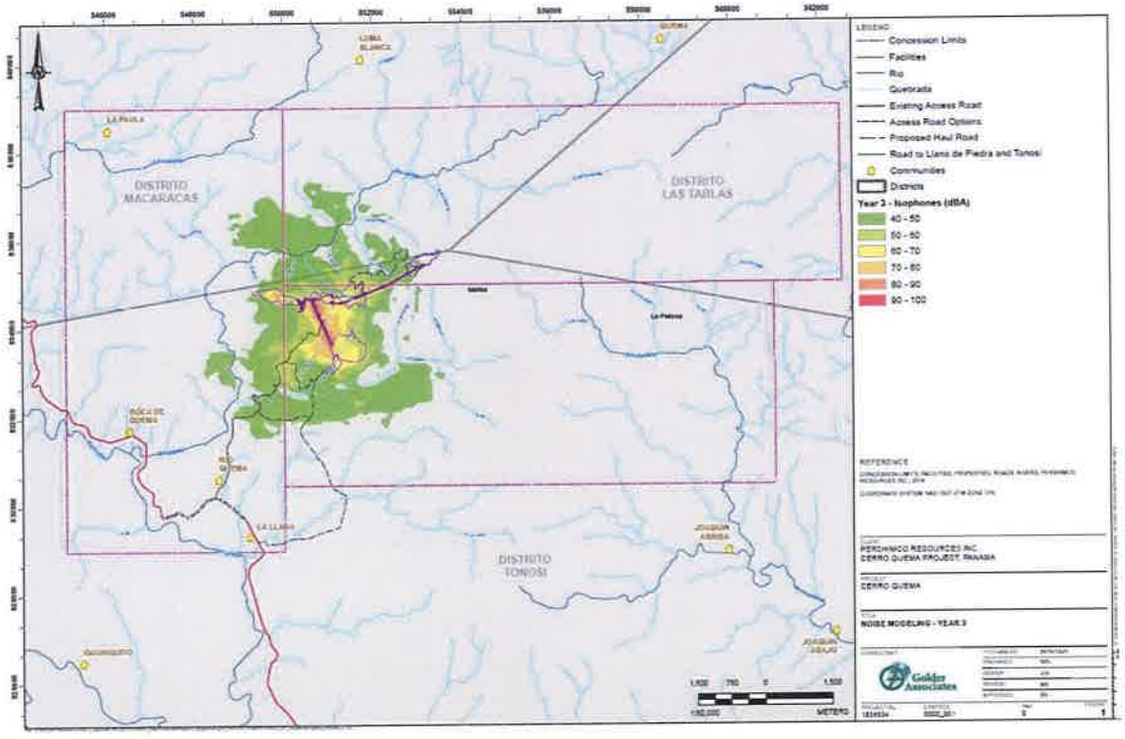
MCQSA ha contratado la elaboración de un modelo de dispersión de aire más refinado para generar isopletas de concentración de PM-10 y PM-2,5. El modelo está siendo generado por una empresa internacional especializada en el desarrollo de modelo de dispersión atmosférica de calidad de aire para minas. Se utiliza el programa especializado AERMOD recomendado por la EPA. Para el desarrollo de esta modelación es necesario introducir data meteorológica horaria histórica de por lo menos 10 años del área de proyecto, información de las operaciones mineras, información de la flota vehicular e información geográfica y georeferenciada del área del proyecto (información capas SIG). El modelo se

encuentra en desarrollo y el mismo proporcionará a MCQSA una mejor estimación de las concentraciones de PM-10 y PM-2,5, así como de los impactos máximos asociados la operación minera. Impactos máximos se pronosticaran en las ubicaciones de los receptores sensibles y se comparan con las normas de calidad del aire ambientales. El punto 2.23 presenta supuestos sobre la modelación. Los resultados de la modelización se presentarán próximamente. En el anexo 3.11 de este documento se encuentra la información contractual con la empresa especializada que sustenta esta respuesta.

2.106.2 *Monitoreo de ruido*

MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado de la operación del Proyecto. Las figuras 2-29 y 2-30 muestran los resultados de la modelación del ruido fuera de la huella del proyecto. Por lo tanto no se consideran monitoreos de ruido fuera del área del proyecto.

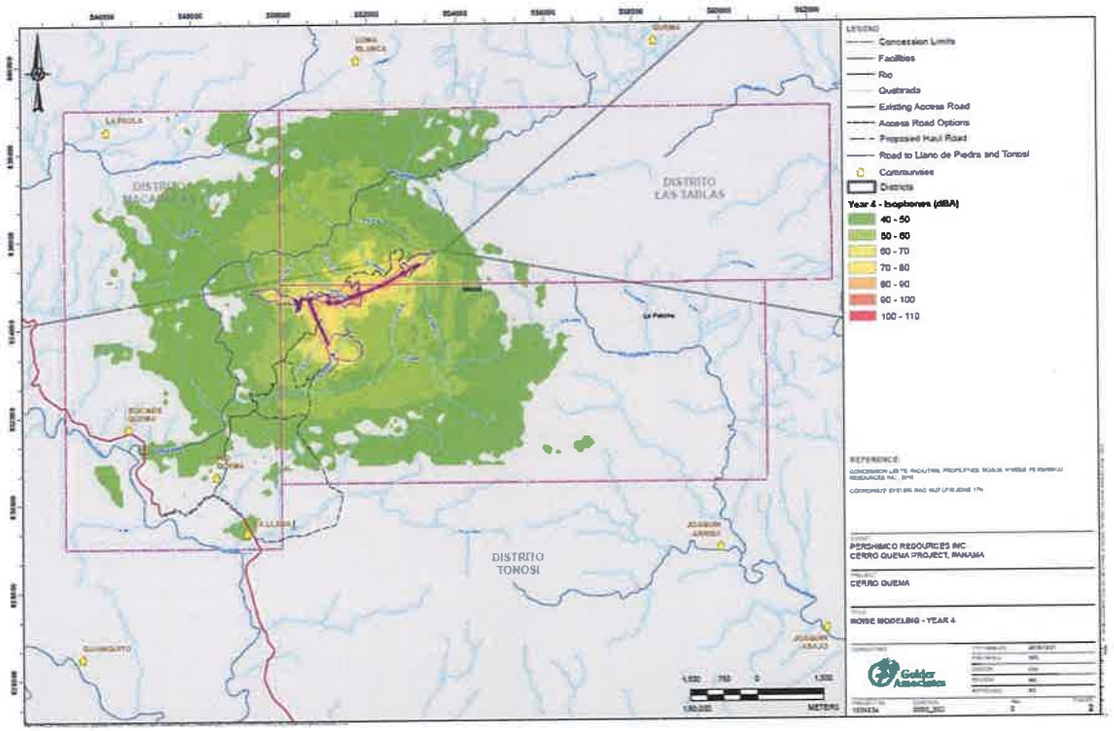
Figura 2-29: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)



Fuente Golder Associates, 2016.

Figura 2-30: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción).

SNC·LAVALIN



Fuente Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.7 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

SNC·LAVALIN

2.107 EN LA PÁGINA 10-169 EN EL PUNTO 10.3.1.1. ESTÁNDARES SE PRESENTAN EN FORMA CONJUNTA ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EMISIONES Y ESTÁNDARES (NIVELES GUÍA) DE CALIDAD PARA EL CUERPO RECEPTOR, MIENTRAS QUE EN LA TABLA 10.3-1 CRITERIO AMBIENTAL PARA MATERIAL PARTICULADO NO SE INDICA PARA QUE DURACIÓN DE EXPOSICIÓN (TIEMPO) SE ACEPTA UN NIVEL DE 150 µG/M3 DE PM10. PRESENTAR POR SEPARADO LOS ESTÁNDARES DE EMISIÓN (FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES) Y LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD ACEPTABLE PARA EL CUERPO RECEPTOR (MATERIAL PARTICULADO, GASES, RUIDO Y VIBRACIONES). PRESENTAR LOS NIVELES GUÍA DE CALIDAD DEL AIRE (CUERPO RECEPTOR) QUE APLICARÁ MQSA COMO OBJETIVO DE CALIDAD PARA LAS ZONAS POBLADAS PRÓXIMAS AL PROYECTO (MATERIAL PARTICULADO, GASES, RUIDO Y VIBRACIONES). INDICAR EN LA TABLA 10.3-1 PARA QUÉ DURACIÓN DE EXPOSICIÓN SE ACEPTA UN NIVEL DE 150 µG/M3 DE PM10.

La información sobre estándares y límites permisibles se encuentra detallada en la sección 6 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, punto 6.7.3.4 y en la sección 10, Plan de Manejo Ambiental, punto 10.3 Plan de Monitoreo. A continuación se presenta la información solicitada.

- Estándares de emisión de fuentes fijas

Tabla 2-28: Niveles guía de calidad de aire para material particulado (cuerpo receptor), Proyecto Minero Cerro Quema.

Parámetro	Período de medición	Norma de referencia (ug/m³)
Material particulado (PM_{10})	24 horas continuas	150

Límites máximos establecidos por la EPA.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-29: Niveles guía de calidad de aire para gases (cuerpo receptor), Proyecto Minero Cerro Quema.

Contaminante	Norma de referencia (ug/m³)

Contaminante	Norma de referencia (ug/m³)
CO	100 000 µg/m³ (20 minutos)
SO_2	200 µg/m³ (1 hora)
NO_2 y NO	500 µg/m³ (10 minutos)

Límites máximos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-30: Criterio ambiental fuentes móviles de emisiones de gases de combustión – vehículos tipo diesel

Tipo de vehículo	Parámetro	Límite permisible	Condiciones de prueba
Peso bruto menor a 3.5 toneladas métricas	Opacidad	60 UH (%)	Aceleración libre
Peso bruto mayor a 3.5 toneladas métricas	Opacidad	70 UH (%)	Aceleración libre

Nota: 1 UH: 1%
Fuente: Decreto Ejecutivo Nº 38, 3 de junio de 2009.

Parámetros de Ruido A partir de lo establecido en el Decreto Ejecutivo No 306 del 4 de septiembre del 2002 y el Decreto Ejecutivo No 1 del 15 de enero de 2004.

Tabla 2-31: Criterios ambientales para ruido en áreas residenciales e industriales

Horario	Nivel sonoro máximo
6:00 am a 9:59 pm	60 decibeles (en escala A)
10:00 pm a 5:59 am	50 decibeles (en escala A)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Para el desarrollo de la gestión ambiental y cumplimiento del Plan de Monitoreo detallado en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, MCQSA se regirá a partir de los estándares indicados por las siguientes normas ambientales de calidad de aire y ruido:

- Estándar nacional de calidad de aire ambiental para material particulado de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés);
- Estándar de la Organización Mundial de la Salud para gases en el aire;

- Decreto Ejecutivo Nº 38, de 3 de junio de 2009, Normas ambientales de emisiones para vehículos automotores;
- Decreto Ejecutivo Nº 5, de 4 de febrero de 2009, Normas ambientales de emisiones de fuentes fijas (lo relacionado a monitoreo ya que el decreto no incluye límites máximos permisibles para este tipo de proyecto y para gases como Hg;
- Decreto Ejecutivo Nº 1, de 15 de enero de 2004, Niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales;
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000, Regula las condiciones de higiene y seguridad en ambientes de trabajo donde se genere ruido; y
- Reglamento Técnico DGNTI – COPANIT 43-2001, Higiene y seguridad industrial para la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas;

En cuanto a estándares y guías en zonas pobladas, MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas de gases basados en las operaciones del proyecto dando como resultado que las concentraciones de estas emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de estas emisiones sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos, por lo tanto no se prevén monitoreo fuera del área del proyecto.

2.108 EN LA PÁGINA 10-171 EN EL PUNTO 10.3.1 1. ESTÁNDARES PARECIERA QUE LAS TABLAS 10.3-4 Y 10.3-5 FUERAN IDENTICAS. ACLARAR SI ESAS TABLAS ESTAN REPETIDAS O BIEN SI APORTAN INFORMACIÓN DIFERENTE.

Las tablas están repetidas.

SNC·LAVALIN

2.109 EN LA PÁGINA 10-172 EN EL PUNTO 10.3.1.1. ESTÁNDARES SE INDICA "... EN CUANTO AL MONITOREO DE LAS EMISIONES Y CALIDAD DEL AIRE, ESTE SE CONCENTRARÁ EN LA EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES PROVENIENTES DE LOS VEHÍCULOS QUE SE UTILICEN EN EL PROYECTO Y EN EL MONIROREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN SITIOS PRÓXIMOS AL MISMO". EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO REALIZAR MONITOREO DE LAS EMISIONES POR CHIMENEA Y/O DIFUSAS DEL PROCESO METALÚRGICO O DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN. EN CASO AFIRMATIVO QUE DESCRIBA LOS PUNTOS DE MONITOREO, FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES Y PARÁMETROS A MEDIR. EN CASO NEGATIVO JUSTIFICAR LA NO REALIZACIÓN DE ESTE MONITOREO.

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro en su Plan de Monitoreo incluido en el PMA ha considerado el monitoreo de fuentes fijas producto de las operaciones de refinado. En la tabla 2-32 se indican los puntos y frecuencia de monitoreo.

Tabla 2-32: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental

Código	PM_{10}	CO	SO_2	NO	NO_2
Construcción					
EM1	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM2	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM3	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM4	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM5	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Operación					
EM1	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM2	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM3	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM4	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM5	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-33: Localización de estaciones de monitoreo de calidad de aire

No estación	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Norte	Este
EM1	Tajo Cerro Quema	0835872	0553637

No estación	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Norte	Este
EM2	Plataforma principal (1)	0834980	0551171
EM3	Garita del Campamento-oficina de MCQSA	0830222	0548052
EM4	Tajo La Pava	0834834	0550281

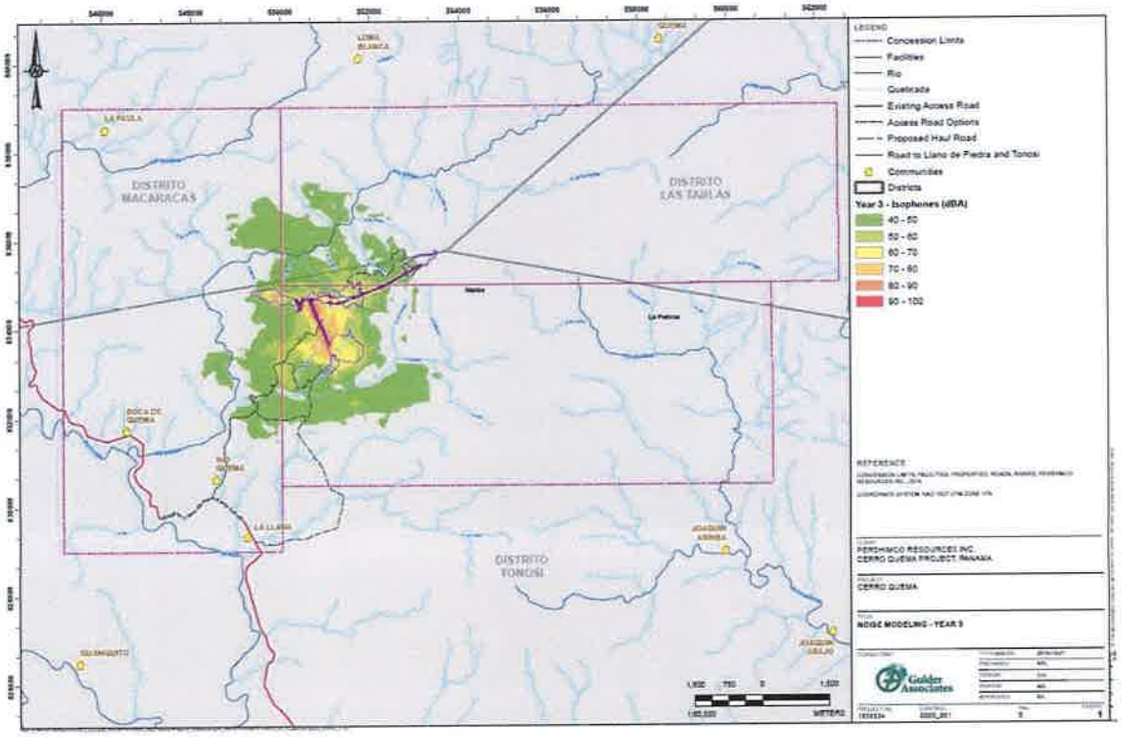
(1) La plataforma principal del km 7 es el lugar donde se construirán las futuras oficinas y campamentos del Proyecto. Es un punto a Barlovento de las futuras facilidades del proceso de lixiviación a ubicarse en la Quebrada Maricela.
(2) Punto a Sotavento de las futuras facilidades del proceso de lixiviación a ubicarse en la Quebrada Maricela.
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.110 EN LA PÁGINA 10-172 EN EL PUNTO 10.3.1.1. ESTÁNDARES SE INDICA "... AL INICIAR LAS LABORES DE CONSTRUCCIÓN, SE DEBE REALIZAR UN MONITOREO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS ÁREAS DE TRABAJO (5 SITIOS), A FIN DE UTILIZARLO COMO CONTROL PARA DETERMINAR EL GRADO DE ATENUACIÓN REQUERIDO PARA EL EQUIPO DE PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES". EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI AL INICIAR LAS LABORES DE CONSTRUCCIÓN ESTA PREVISTO TAMBIÉN REALIZAR MONITOREO DE LOS NIVELES DE RUIDO EN ZONAS POBLADAS PRÓXIMAS AL PROYECTO. EN CASO AFIRMATIVO QUE DESCRIBA LOS PUNTOS DE MONITOREO Y FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES. EN CASO NEGATIVO JUSTIFICAR LA NO REALIZACIÓN DE ESTE MONITOREO.

MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los niveles de ruido pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado de la operación del Proyecto. Las figuras 2-31 y 2-32 muestran los resultados de la modelación del ruido fuera

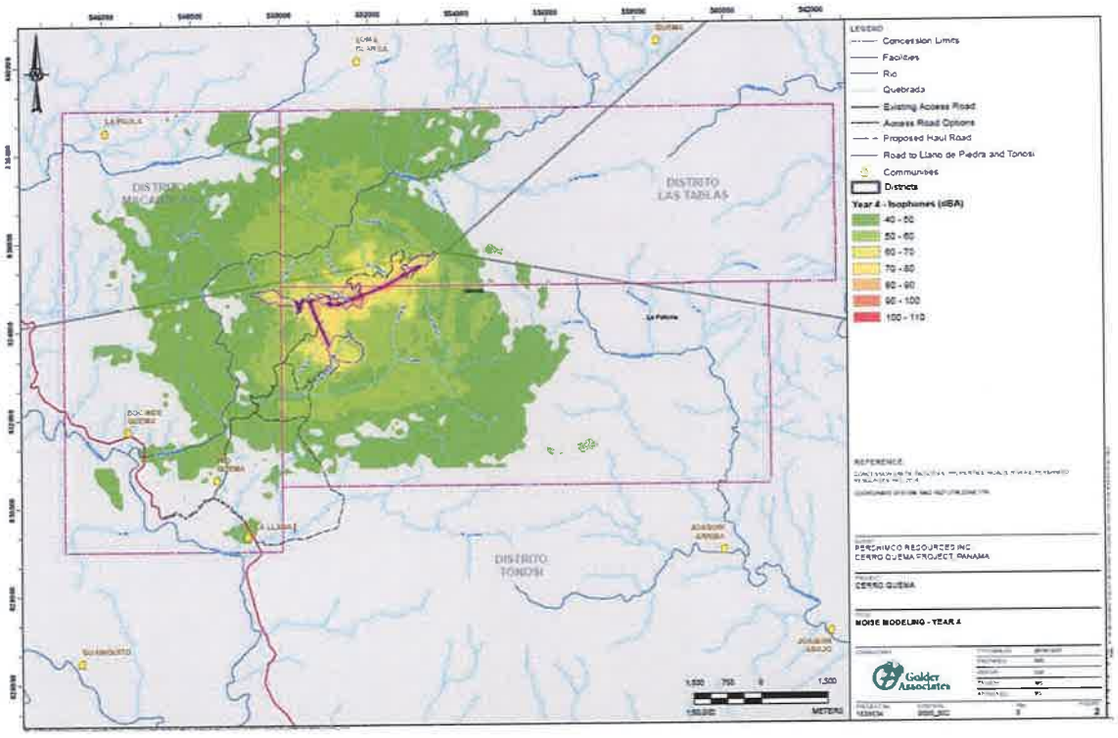
de la huella del proyecto. Por lo tanto no se consideran monitoreos de ruido fuera del área del proyecto.

Figura 2-31: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)



Fuente Golder Associates, 2016.

Figura 2-32: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción).



Fuente Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.7 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

2.111 EN LA PÁGINA 10-173 EN EL PUNTO 10.3.1.2. ESTACIONES DE MONITOREO SE MUESTRAN EN LA TABLA 10.3-7 ESTACIONES DE MONITOREO PROPUESTAS PARA CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO, CUATRO (4) ESTACIONES DE MONITOREO DENTRO DEL PROYECTO (EM1, EM2, EM3 Y EM4) Y UNA SOLA (EM5 - FINCA PERALTA) UBICADA FUERA DEL PROYECTO, A SOTAVENTO DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN. NO SE OBSERVAN ESTACIONES DE MONITOREO UBICADAS EN ZONAS POBLADAS. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO INSTALAR ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y NIVELES DE RUIDO EN ZONAS POBLADAS. EN CASO AFIRMATIVO QUE DESCRIBA PUNTOS DE MONITOREO, FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES Y PARÁMETROS A MEDIR. EN CASO NEGATIVO JUSTIFICAR LA NO INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO EN ZONAS POBLADAS.

Para ruido, revisar respuesta punto anterior.

Para aire, MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas de gases y material particulado basados en las operaciones del proyecto dando como resultado que las concentraciones de estas emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de estas emisiones sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos, por lo tanto no se prevén monitoreo fuera del área del proyecto. El modelo de dispersión de gases y vapores se encuentra el anexo 3.8 de este documento.

2.112 EN LA PÁGINA 10-175 EN EL PUNTO 10.3.1.3. PARÁMETROS Y FRECUENCIA DE MONITOREO INDICAN QUE LOS PARÁMETROS SUGERIDOS PARA EL MONITOREO EN LAS ESTACIONES NUEVAS SON PM10, CO, S02, NO, NO2 Y RUIDO. NO SE INDICA MEDICIÓN DE MERCURIO, CUANDO EN EL PUNTO 10.1.2.5 DEL PMA PROGRAMA DE CONTROL DE MATERIALES PELIGROSOS ADMITEN QUE HABRÁ EMISIONES DE MERCURIO (AUNQUE SOSTIENEN QUE SERÁN "NO SIGNIFICATIVAS"): DURANTE EL PROCESO DE FUNDICIÓN, EL MERCURIO SERÁ CAPTURADO A TRAVÉS DE FILTROS DE MANGA POR LO QUE SE ESTIMA QUE NO HABRÁ EMISIONES FIJAS SIGNIFICATIVAS. TAMPOCO SE INDICA MEDICIONES DE HCN (ACIDO CIANHÍDRICO) EN INMEDIACIONES Y A BARLOVENTO DE LA PILA DE LIXIVIACIÓN. EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTÁ PREVISTO REALIZAR MONITOREO DE MERCURIO Y ACIDO CIANHÍDRICO EN AIRE, EN LAS INMEDIACIONES DE LOS FOCOS DE EMISIÓN (FUNDICIÓN, PATIO DE LIXIVIADOS). SI ESTA PREVISTO REALIZAR MONITOREO DE MERCURIO Y ACIDO CIANHÍDRICO EN AIRE EN ZONAS POBLADAS. EN CASO AFIRMATATIVO DESCRIBIR LOS PUNTOS DE MONITOREO Y FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES. EN CASO NEGATIVO JUSTIFICAR LA NO REALIZACIÓN DE ESTOS MONITOREOS.

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro incluye en la Sección de Anexos de Calidad de Aire y Ruido el Informe de Modelación de Emisiones del Horno de Fundición, en el que se indican las emisiones esperadas.

Tabla 2-34: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema

Distancia de la Fuente (m)	Conc. de PTS (µg/m³)	Conc. de Gases NO_x y SO_2 (µg/m³)
500	2.64	2.42
1000	1.28	2.38
1500	0.54	0.89
2000	0.50	0.70
2500	0.25	0.35
3000	0.17	0.26
555	3.44 (concentración máxima)	---
611	---	7.32 (concentración máxima)

Fuente SNC Lavalin, 2014

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas en el proceso de refinado. Las siguientes emisiones se esperan del proceso de refinado:

Tabla 2-35: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema

Fuentes	Emisiones horarias (g/s)	Concentración Promedio 1 hora (µg/m³) a sotavento			Concentración aguda (µg/m³)	Concentración Promedio anual (µg/m³) a sotavento			Concentración crónica (µg/m³)
		1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Horno de Fundición	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03	1,000	4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	0.313

Fuente: Golder Associates, 2015.

El objetivo del Proyecto de lixiviar en patio, es depositar el mineral con contenido de oro sobre superficies de arcilla impermeables cubiertas por geo membranas sintéticas y someterlo al riego por goteo y/o aspersores con una solución de cianuro en bajas concentraciones.

Al ser la solución cianurada diluida, una vez impregnada sobre el patio de lixiviación, las emisiones de HCN que se producen producto de la lixiviación son consideradas no significativas. En la tabla 2-36, se muestran las emisiones fugitivas estimadas de HCN del Patio de Lixiviación (HLF).

Tabla 2-36: Emisiones fugitivas de HCN del HLF

Fuentes	Area (m^2)	Flujo (g/m2/s [a])	Emisiones de HCN

SNC·LAVALIN

			Horarias (g/s)	Anuales (ton/año)
Áreas Activas del HLF	70,000	2.82E-06	0.1977	6.23
Áreas Inactivas del HLF	240,220	1.30E-08	0.0031	0.10

Fuente: Golder Associates, 2015.

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas desde las superficies activas e inactivas del Patio de Lixiviación (HLF) dando como resultado que las concentraciones de estas emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de las concentraciones de HCN sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos. En la tabla 2-37, se muestran los resultados de la modelación de las emisiones fugitivas de HCN desde el Patio de Lixiviación (HLF). En el anexo 3.8 de este documento se encuentra el reporte sobre las Emisiones Fugitivas de HCN y sus Impactos del Proyecto Cerro Quema.

Tabla 2-37: Emisiones de HCN dirección sotavento, Proyecto Cerro Quema.

Fuentes	Area (m^2)	Flujo (g/m2/s[a])	Concentración Promedio 1 hora ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración aguda ($\mu g/m^3$)	Concentración Promedio anual ($\mu g/m^3$) a sotavento			Concentración crónica ($\mu g/m^3$)
			1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Áreas Activas del HLF	70,000	2.82E-06	14.40	5.32	3.08	3900	1.15	0.43	0.25	3.13
Áreas Inactivas del HLF	240,220	1.30E-08	0.14	0.58	0.39		0.01	0.05	0.03	

Fuente: Golder Associates, 2015.

SNC·LAVALIN

2.113 EN LA PÁGINA 10-192 EN EL PUNTO 10.3.5.2. PARÁMETROS Y FRECUENCIA DE MONITOREO (DE FLORA) SE INDICA "... LA FRECUENCIA DE MONITOREO ESTARÁ RELACIONADA A LAS ACTIVIDADES DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA". EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁLES SON LOS PARÁMETROS QUE EFECTIVAMCNTE SERÁN INCLUIDOS EN EL MONITOREO DE FLORA. CUÁL ES EL NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO Y LA FRECUENCIA DE MONITOREO

El monitoreo de flora consiste en la revisión de las áreas: (1) donde se realizará remoción de suelo (ver Figura 8.4-4 Mapa de facilidades mineras incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro); y, (2) en el vivero (ver Figura 10.3-4 Mapa de ubicación de áreas de monitoreo de flora incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro).

Previamente a las actividades de tala y remoción de suelo (siguiendo el cronograma de construcción), un biólogo monitoreará el área asignada en busca de especies de interés. En caso éstas sean plantas no leñosas se procederá al traslado hacia el vivero.

Los parámetros a ser registrados en las áreas de facilidades mineras serán:

- Número de individuos.
- Vitalidad de los individuos:
    - Plantas sanas (crecimiento normal)
    - Plantas con algún problema de desarrollo (enfermedades, plagas, cortes, etc.)

En el vivero se encontrarán los individuos rescatados. Dichos individuos serán codificados y semanalmente se registrarán los siguientes parámetros:

- Número de nuevos individuos trasladados al vivero.
- Número de individuos muertos.
- Número de individuos reubicados.

- Número de individuos en el vivero.
- Vitalidad de los individuos en el vivero:
  - Plantas sanas (crecimiento normal)
  - Plantas con algún problema de desarrollo (enfermedades, plagas, cortes, etc.).

2.114 EN LA PÁGINA 10-195 EN EL PUNTO 10.3.6.2. PARÁMETROS Y FRECUENCIA DE MONITOREO (DE FAUNA) SE INDICA "... LA FRECUENCIA DE MONITOREO ESTARÁ RELACIONADA A LAS ACTIVIDADES DE RESCALE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE". EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUÁLES SON LOS GRUPOS FAUNÍSTICOS QUE SERÁN INCLUIDOS EN EL MONITOREO DE FAUNA SILVESTRE Y CUÁLES SON LOS PARÁMETROS QUE EFECTIVAMENTE SERÁN MONITOREADOS PARA CADA GRUPO FAUNÍSTICO. CUÁL ES EL NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO PARA CADA GRUPO FAUNÍSTICO Y LA FRECUENCIA DE MONITOREO PARA CADA UNO DE ESOS GRUPOS.

El monitoreo de fauna consiste en la revisión de las áreas: (1) donde se realizará remoción de suelo (ver Figura 8.4-4 Mapa de facilidades mineras incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro); (2) en el albergue temporal (ver Figura 10.3-5 Mapa de ubicación de áreas de monitoreo de fauna silvestre incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro); y, (3) en el área de reubicación.

Los grupos y especies de fauna considerados en el monitoreo son aquellos identificados en la Tabla 7.2-82 (incluida en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro), al ser especies de fauna amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción. Consideramos así tres especies de mamíferos, tres de anfibios y 18 de aves (24 especies de interés).

Previamente y durante las actividades de tala y remoción de suelo (siguiendo el cronograma de construcción), un biólogo monitoreará el área asignada en busca de especies de interés. Los parámetros a registrar serán los siguientes:

- Grupo de fauna (mamífero, anfibio o ave).
- Especie.
- Número de individuos que se alejaron del sitio por sus propios medios.
- Número de individuos rescatados y trasladados al albergue temporal.
- Condición (sano, enfermo, herido).

Los individuos que sean trasladados al albergue temporal serán retenidos en el lugar hasta que estén en óptimas condiciones para su reubicación. De requerirse una atención veterinaria prolongada o muy especializada para su rehabilitación, estos serán trasladados al área protegida más cercana previa coordinación y consulta con la Dirección de Áreas Protegidas de Miambiente. Diariamente se registrarán los siguientes parámetros.

- Número de nuevos individuos trasladados al albergue temporal.
- Número de individuos muertos.
- Número de individuos reubicados.
- Número de individuos retenidos en el albergue temporal.
- Condición de los individuos en el albergue temporal:
    - Sano y listo para su reubicación.
    - En recuperación.

Una vez que se identifique en el albergue temporal que los individuos están en condiciones óptimas para su reubicación en "La Tronosa", éstos serán trasladados registrando los siguientes parámetros.

- Grupo.
- Especie.
- Fecha y hora de reubicación.
- Coordenadas de reubicación.

SNC·LAVALIN

2.115 EN LA PÁGINA 10-198 EN EL PUNTO 10.3.7.2. PARÁMETROS Y FRECUENCIA DE MONITOREO (DE PECES Y HÁBITAT ACUÁTICO) SE INDICA QUE LOS PARÁMETROS A SER MONITOREADOS DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN SON LOS SIGUIENTES: PECES, MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS, INSECTOS ACUÁTICOS Y PERIFITON, SIN EMBARGO CABE ACLARAR QUE ESE LISTADO NO CORRESPONDE A PARÁMETROS SINO A COMUNIDADES LIMNOLÓGICAS. EXPLICAR Y JUSTITICAR CUÁLES SON LAS COMUNIDADES LIMNOLÓGICAS QUE SERÁN INCLUIDAS EN EL MONITOREO DE PECES Y HÁBITAT ACUÁTICO. CUÁLES SON LOS PARÁMETROS QUE EFECTIVAMENTE SERÁN MONITOREADOS PARA CADA COMUNIDAD. CUÁL ES EL NÚMERO Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO PARA CADA COMUNIDAD Y LA FRECUENCIA DE MONITOREO PARA CADA COMUNIDAD.

De acuerdo a Línea base biológica del EsIA, detallada en el Capitulo 7, sección 7.2.1.2.2.5 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, el componente de vida acuática consideró los grupos de peces, crustáceos, moluscos e insectos acuáticos y, adicionalmente, en la segunda campaña se realizó la colecta de tejido de peces (para la evaluación de metales pesados) y perifiton. Debido a ello las comunidades limnológicas que serán incluidas en el monitoreo serán las mismas consideradas en la línea base.

Las estaciones de monitoreo hidrobiológico coinciden con las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial y se presentan a continuación:

Tabla 2-38: Estaciones de monitoreo de seguimiento de fauna acuática

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
SW1	río Quema (aguas arriba del área de influencia del Proyecto	837 933	554 011	17N
SW6	río Quema (aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mala)	835 953	549 517	17N
SW9	quebrada Dolores (aguas arriba de la confluencia con la	833 667	552 606	17N

SNC·LAVALIN

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
	quebrada de Quema)			
SW11	quebrada Seca (antes de la confluencia con la quebrada de Quema)	832 801	550 366	17N
SW13	río Quema (aguas abajo de la confluencia con la quebrada de Quema)	832 448	548 723	17N

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Los parámetros a medir son los siguientes: temperatura (T), alcalinidad (Alc), conductividad eléctrica (CE), dureza (Dur), potencial hidrógeno (pH), sólidos suspendidos (S.S), sólidos disueltos (S.D.T), turbiedad (NTU), cloruros (Cl-), sulfatos (SO42-), cianuro (CN-), oxígeno disuelto (O.D), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales (C.F), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales (C.T), caudal; además metales como: aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), calcio (Ca),cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu); hierro (Fe), plomo (Pb), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), selenio (Se), plata (Ag), estroncio (Sr), talio (Tl), estaño (Sn), uranio (U), vanadio (V) y zinc (Zn).

2.116 EN LA PÁGINA 10-200 EN EL PUNTO 10.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SE INDICA "SE HAN PLANIFICADO 10 AÑOS DE VIDA ÚTIL PARA EL PROYECTO, LO CUAL INCLUYE 12 MESES PARA LA CONSTRUCCIÓN, CUATRO A CINCO AÑOS PARA LAS OPERACIONES, 4 DE CIERRE Y DOS AÑOS DE MONITOREO, SIN EMBARGO LOS TIEMPOS MENCIONADOS SUMAN 12 AÑOS EN IUGAR DE 10 (1+5+4+2=12). ACLARAR CUÁL ES LA EXTENSIÓN QUE CONSIDERA PARA LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

EL proyecto tendrá una duración de 9 años distribuidos de la siguiente manera:

Construcción – 1 año

Operación 5 años

Cierre y post cierre 3 años (esta actividad inicia durante los dos últimos años de operación). Las actividades de cierre y post cierre iniciaran progresivamente durante el tercer año de operación de manera escalada.

2.117 EN LA PÁGINA 10-216 EN EL PUNTO 10.6.5. ANÁLISIS DE RIESGOS SOCIO AMBIENTAL SE INDICA "... A FIN DE DETERMINAR LA NATURALEZA Y MAGNITUD DE LOS PROBABLES RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES QUE PODRÍAN GENERARSE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO, SE REALIZÓ LA EVALUACIÓN ALTERNATIVA DE LA CONDICION DE RIESGO DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO, ASI COMO ESTABILIDAD DEL MEDIO. PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS, SE HA ESTIMADO EL NIVEL DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL, Y CALIFICADOS LOS NIVELES DE RIESGO QUE PUEDEN REPRESENTAR PARA MCQSA, TOMANDO EN CUENTA LAS IMPLICACIONES DE CADA ASPECTO EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACION". INCLUIR EN EL PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS, CON EL DEBIDO DETALLE EXPLICATIVO Y JUSTIFICACIÓN: UN LISTADO COMPLETO DE LOS RIESGOS MÁS IMPORTANTES ASOCIADOS CON EL PROYECTO, LA METODOLOGÍA ANALÍTICA APLICADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, LA EXPLICACIÓN DETALLADA Y JUSTIFICADA DE CADA RIESGO IDENTIFICADO, LA JERARQUIZACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN CUANTO A SU MAGNITUD, PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y EL DAÑO QUE PODRÍA PRODUCIR SOBRE EL AMBIENTE Y SOBRE LOS POBLADORES LOCALES CADA RIESGO IDENTIFICADO EN CASO DE MANIFESTARSE, LAS MEDIDAS PREVISTAS EN EL PROYECTO PARA MINIMIZAR ESTOS RIESGOS O PARA COMPENSARLOS EN CASO DE OCURRIR, ESPECIALMENTE EN CASO DE AFECTACIÓN AL AMBIENTE O A LOS POBLADORES LOCALES. IGUALMENTE EL PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DEBE ANALIZAR LOS RIESGOS ASOCIADOS CON: INSTALACIONES MAYORES COMO PATIO DE LIXIVIACIÓN CON SOLUCIÓN DE CIANURO Y DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL EN ZONA MONTAÑOSA CON PENDIENTES PRONUNCIADAS (QUEBRADAS), CON RIESGO SÍSMICO Y PRESENCIA DE FALLAS GEOLÓGICAS, PRESENCIA DE MANANTIALES, ARROYOS CUYAS AGUAS SON UTILIZADAS POR LOS POBLADORES LOCALES, TRÁNSITO DE CAMIONES POR CENTROS POBLADOS CERCANOS. ETC.

Se entiende por impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; y en términos generales, riesgo es la

probabilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas (USEPA, 2001). A partir de estas premisas se realizo la evaluación de riesgos ambientales y sociales. Los objetivos de la evaluación de riesgos ambientales y sociales son:

- Identificar los escenarios significativos de riesgo ambiental y riesgo a la seguridad de las comunidades (seguridad pública), relacionados con el desarrollo del Proyecto;
- Estimar y clasificar los riesgos residuales después de la implementación de las medidas para la mitigación de riesgos;
- Priorizar los recursos para el manejo de riesgos sobre la base de los niveles de riesgos identificados;
- Establecer los requisitos generales para la organización de la respuesta a contingencias y emergencias, incluyendo las responsabilidades del personal;
- Establecer lineamientos para los procedimientos de contingencias y respuesta ante emergencias, a fin de reducir los riesgos ambientales y a la seguridad pública.

Se desarrolló la evaluación de riesgos específica para el Proyecto, para clasificar de manera cualitativa los riesgos al ambiente y a la seguridad pública significativos para todas las instalaciones del Proyecto, considerando las etapas de construcción y operación.

Las instalaciones del Proyecto se organizaron de acuerdo con las unidades y componentes asociados para la evaluación de riesgos, tal como se indica en la tabla 2-39.

A fin de evaluar sistemáticamente todos los riesgos, se evaluó en forma individual cada uno de los componentes del Proyecto. Se identificaron y evaluaron las fallas potenciales de cada componente a fin de estimar los riesgos relacionados al ambiente y la seguridad pública. Además, se identificaron y se propusieron las medidas de mitigación de riesgos a nivel conceptual.

Tabla 2-39: Unidades y componentes del Proyecto para la evaluación de riesgos

Unidad	Componente
Facilidades Mineras	Tajos – La Pava y Quemita Deposito de Roca Estéril Chontal Pozas de sedimentación
Trituración y transporte por fajas	Trituradora primaria y secundaria Faja Transportadora
Facilidades proceso de lixiviación	Pileta de solución rica Pileta de excesos Patio de lixiviación Planta ADR Refinería

Fuente: SNC Lavalin, 2016.

Las áreas específicas, consideradas en esta evaluación varían sobre la base del riesgo en particular que se evalúa. Es decir, riesgos asociados a cualquier instalación ubicada en el área de la mina. El área de interés está conformada por los alrededores próximos de las instalaciones y el área que rodea a las instalaciones que pueden ser afectados por el riesgo.

2.117.1 *Metodología*

La matriz de riesgos del Proyecto se desarrolló para evaluar los principales riesgos ambientales y seguridad de las comunidades (seguridad pública). La metodología se basa en el método de análisis de criticidad de los efectos y modos de falla (FMECA, por sus siglas en inglés), metodología estándar utilizada para la evaluación de riesgos. Los riesgos fueron evaluados para cada uno de los componentes del Proyecto.

Se desarrollaron las siguientes herramientas para la aplicación del método FMECA:

- Matriz de riesgo (que define los índices de probabilidad y consecuencia y el nivel de riesgo);
- Registro del riesgo (que documenta los resultados de la evaluación de riesgos).

Se llevaron a cabo los siguientes pasos para identificar los riesgos:

- Primero se identificó un "modo de falla" significativo utilizando, estudios técnicos, planos e información de la descripción del Proyecto;
- Se identificaron las posibles causas que incluyeron eventos naturales, como sismos, hasta fallas del equipo, errores del operador y deficiencias del sistema de operación;
- Se documentaron los "efectos" por consecuencia del modo de falla que pueden impactar la seguridad pública o el ambiente;
- Se identificaron las medidas de prevención planificadas que minimizarán la probabilidad de ocurrencia de las causas;
- Se identificaron controles planificados para mitigar la severidad de la consecuencia.

2.117.1.1 Matriz de riesgos

La matriz de riesgos comprende un índice que representa la medida de probabilidad y otro índice que representa la medida de severidad de la consecuencia. Cuando se identifica un escenario de modo de falla y su consecuencia, se estima el riesgo asociado ubicándolo dentro de la matriz de riesgos. La matriz de riesgos desarrollada para la evaluación de riesgos del Proyecto Minero Cerro Quema se presenta en la tabla 2-40.

El índice de probabilidad que se presenta en la tabla 2-40 oscila entre un evento "raro" y un evento "probable", y se define de manera más apropiada mediante el valor eventos/año. Existe un orden de magnitud de valores de eventos/año para cada nivel de probabilidad. Por ejemplo, el nivel "factible" oscila de 1 evento en 10 años a 1 evento en 100 años.

El índice de severidad de la consecuencia que se presenta en la tabla 2-40, oscila entre "muy baja" y "muy alta" y se aplica a las dos categorías de consecuencias: ambientales y a la seguridad pública. Por lo tanto, existen dos matrices de riesgo

combinadas en la tabla 2-40, la cual presenta una descripción de los niveles de severidad de la consecuencia desde "muy baja" a "muy alta" para cada una de las categorías antes descrita.

Tabla 2-40: Matriz de riesgos

	Severidad de la Consecuencia				
CATEGORIA	1-Muy baja	2-Baja	3-Moderada	4-Alta	5-Muy Alta
Medioambiente	Efectos físicos o biológicos insignificantes	Efectos locales a corto plazo	Efectcs regionales a mediano plazo	Efectos regionales a largo plazo	Efectos en los ecosistemas a largo plazo
Seguridad pública	No se requiere tratamiento médico	Incapacidad o daños reversibles que requiere hospitalización	incapacidad irreversible moderada (<30%) a 1 ó más personas	Única víctima, incapacidad seria irreversible única (>30%)	víctimas, Múltiples e irreversibles efectos serios en la salud

Probabilidad						
Indice	Eventos/año					
A-probable	>1					
B-posible	1 - 1/10					
C-factible	1/10 - 1/100					
D-improbable	1/100 - 1/1,000					
E-raro	1/1,000 - 1/10,000					

Fuente SNC Lavalin, 2016

Luego que los escenarios de riesgos han sido identificados y estimados según la probabilidad y la severidad de la consecuencia, los riesgos deben ser evaluados y manejados de manera apropiada. La matriz de riesgos se divide en cuatro niveles de riesgos, los cuales representan los criterios para evaluar y manejar los riesgos. Estos cuatro niveles son clasificados por colores, así: verde (bajo), amarillo (moderado), naranja (alto) y rojo (mayor). Cada escenario de riesgo se clasifica en uno de los cuatro niveles de riesgos, según la ubicación dentro de la matriz de riesgos, para identificar los niveles de acción requerida (o pasos siguientes durante la implementación) para el manejo de los riesgos. Los riesgos clasificados son los siguientes:

- Riesgos mayores (color rojo) son los de más alta prioridad;
- Riesgos intermedios (color naranja o amarillo) están asociados con varias medidas de manejo para reducirle nivel de riesgo a niveles apropiados.
- Riesgos menores (color verde) están asociados con un plan de acción para monitorear y controlar el riesgo para que asegurar que no suban al siguiente nivel.

Las acciones requeridas para el manejo del riesgo para cada uno de los niveles de riesgo identificados en la matriz de riesgos, se presenta en la tabla 2-41.

Tabla 2-41: Niveles de prioridad de la matriz de riesgos.

Nivel de riesgo		Acción para el manejo
	Mayor	Acción requerida. Se puede requerir análisis de riesgo con mayor detalle
	Alto	Evaluar las opciones para la mitigación de riesgos y reducir el riesgo antes del cierre, de ser posible. Priorizar los recursos para manejar estos riesgos ante riesgos clasificados como Moderado o Bajo. Se puede requerir análisis de riesgo con mayor detalle
	Moderado	Evaluar las opciones para mitigación de riesgos y reducir el riesgo antes del cierre, de ser posible
	Bajo	Aceptar (y monitorearlo) el riesgo

Fuente SNC Lavalin, 2016

Las medidas de mitigación de riesgo incluyen:

- Medidas de prevención, que incluyen diseños de ingeniería, sistemas de manejo y políticas, procedimientos operacionales y otras medidas de seguridad que disminuyen la probabilidad de ocurrencia de un evento de riesgo;
- Medidas de mitigación de la consecuencia, que incluyen medidas de contingencia y emergencia que limitan el impacto y protegen a los receptores ante la ocurrencia de un evento de riesgo.

2.117.2 *Registro de riesgo*

Los escenarios de riesgo que incluyen el modo de falla, las causas, las consecuencias de falla, las medidas planificadas de mitigación de riesgos, el riesgo estimado y se detallan a continuación:

Tabla 2-42: Facilidades mineras

COMPONENTE DE RIESGO	ASPECTO DE RIESGO MODO DE FALLO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PLANIFICADAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	SEVERIDAD			NOTAS
					PROBABILIDAD	Medio Ambiente	Seguridad Público	
1A. Construcción								
1A.1) Todos los componentes de la mina								
	1. Material particulado ruido	Tráfico vehicular y operación de equipos pesados	1 Los pueblos cercanos podrían resultar impactados por el polvo dependiendo del clima 2 Sedimentos de polvo en quebradas y ríos	Supresión del polvo (rociadores de solución de agua)				Los modelos de dispersión indican que las emisiones no son significativas Existen trampas de sedimento en el proyecto actualmente
	2.Derrame de combustible de equipos pesados móviles	Ruptura de la línea de suministro de combustible u otro accidente	1 Contaminación del suelo en el área por derrames de combustible	Procedimientos operativos; procedimientos de respuesta a emergencias.	B	2		Los efectos se limitan el área de la mina. .
1B. Operación								
1B.1) Tajos abiertos								
	1.Falla del talud del tajo	Sismo que excede los criterios de diseño, falla geotécnica desconocida, diseño de talud inadecuado, construcción inadecuada	1 Seguridad de los trabajadores	Análisis de peligros sísmicos determinísticos y probabilísticos; criterios de diseño sísmico en base a un período de retorno de 475 años; diseño geotécnico; procedimientos operativos y de construcción.				Riesgo potencial para la seguridad de los trabajadores, pero no hay riesgos para la seguridad pública y el medio ambiente. Una falla de talud se retendría en el tajo.
	2. Derrame de combustible de equipos pesados móviles	Ruptura de la línea de suministro de combustible u otro accidente	1 Contaminación del suelo en el área por derrames de combustible	Procedimientos operativos; procedimientos de mantenimiento; procedimientos de respuesta a emergencias.	B	1		Los efectos se limitan a los tajos, por lo tanto son de consecuencia menor
	3. Vibración por las actividades de voladura Voladuras	1 Los pueblos cercanos podrían resultar impactados preanuncio de los momentos de voladura	Procedimientos operativos, incluyendo propagándose fuera del área		A	1	1	El pueblo más cercano se ubica a una distancia de 4.5 km de las actividades de voladura.
	4.Polvo y ruido provenientes del tajo propagándose fuera del área	Voladuras, tráfico vehicular y transporte de equipos pesados	1 Los pueblos cercanos podrían resultar impactados	Solución de agua aplicada para el control de polvo; procedimientos operativos incluyendo anuncios previos a los momentos de voladura.				Los modelos de dispersión indican que las emisiones no ser significativas

COMPONENTE DE RIESGO	ASPECTO DE RIESGO MODO DE FALLO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PLANIFICADAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD: Medio Ambiente	SEVERIDAD: Seguridad Publico	NOTAS
1B.2) Depósito de roca estéril y patio de lixiviación								
	1 Falla de talud	Sismo que exceda los criterios de diseño, otros problemas geotécnicos desconocidos	1 Deslizamiento de rocas que afecta quebradas y ríos	Diseño geotécnico, aseguramiento de la calidad de la construcción; procedimientos operativos; monitoreo e geoquímicas; procedimiento de respuesta a emergencias.	D			
			2 Deslizamiento de rocas desde el WRD piletas, ocasionando fallas					
	2 Falla del canal de desviación alrededor del WRD y HLF	Obstrucción; precipitación mayor a la del diseño	1 Sobracarga de los canales colectores de drenaje y descarga de agua contaminada en quebradas y ríos	Criterios de diseño; procedimientos operativos; procedimientos de respuesta a emergencias.	D			Podría generar Sólidos Suspendidos Totales elevados a corto plazo en quebradas y ríos. Los canales de desviación consideran un diseño para eventos de precipitación de 100 años.
	3 Falla de los canales colectores de drenaje	Gran precipitación; mantenimiento o diseño de ingeniería inadecuado	1 Descarga de agua contaminada (escorrentías superficiales) en quebradas y ríos	Criterios de diseño, procedimientos operativos; procedimientos de respuesta a emergencias.	D			Existe pileta de excesos, trampas de sedimentación y plantas de tratamiento de proceso y de tratamiento e aguas ácidas
	4 Filtración mayor a la del diseño	Condiciones geológicas desconocidas; implementación de construcción o diseño de ingeniería inadecuados	1 Infiltración de agua contaminada en el agua subterránea y descargada en el medio ambiente fuera del área	Investigaciones y estudios de ingeniería; monitores de agua subterránea; monitoreo durante eventos de tormenta; procedimientos de respuesta a emergencias.	D			
	5 Derrame de combustibles de equipos pesados móviles móviles	Ruptura de la línea de suministro de combustible u otro accidente	1 Contaminación del suelo en el área por derrames de combustible	Procedimientos operativos; procedimientos d mantenimiento; procedimientos de respuesta a emergencias.	B	2		Los efectos se limitan al área de la mina

Tabla 2-43: Trituradoras y fajas

COMPONENTE DE RIESGO	ASPECTO DE RIESGO MODO DE FALLO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PLANIFICADAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD: Medio Ambiente	SEVERIDAD: Seguridad Public	NOTAS
2A. Construcción								
2A.1) Trituradoras y faja transportadora,								
	1 Derrame de combustible de equipos pesados móviles	Ruptura de la línea de suministro de combustible u otro accidente	1 Contaminación del suelo en el área por derrames de combustible	Procedimientos operativos; procedimientos de mantenimiento; procedimientos de respuesta a emergencias	B	2		Los efectos se limitan al área de la mina.
2B. Operación								
2B.1) Trituradora primaria y secundaria								
	1 Polvo y ruido propagándose fuera del área	Actividad de la trituradoras, tráfico de camiones	1 Los pueblos cercanos podrían resultar impactados por el polvo dependiendo del clima	Supresión del polvo (chutes mecánicos) en las trituradoras, faja transportadora cubierta y a lo largo de las vías se procede a rociar con agua				
			2 El polvo crea sedimentos en quebradas y ríos					
2B.2) Faja Transportadora								
	1 Falla operativa de faja transportadora	Falla de soporte o mecánica, sismo/movimiento de tierra, carga ambiental extrema, fallo en el suministro de corriente eléctrica	1 Pérdida del grueso en el terreno	Procedimientos de inspección y de mantenimiento; características de seguridad del sistema de control; procedimientos de respuesta a emergencias	B	1		
			2 Perdida del grueso en una quebrada ocasiando contaminación		D			
	2 Polvo y ruido del transportador propagándose fuera del área	Polvo en el mineral	1 Polvo en el medio ambiente	Sistema de supresión de polvo				

Tabla 2-44: Facilidades proceso de lixiviación

COMPONENTE DE RIESGO	ASPECTO DE RIESGO MODO DE FALLO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PLANIFICADAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD		NOTAS
						Medio Ambiente	Seguridad Pública	
4A. Construcción								
4A.1) ADR y Refinería								
	1 Derrame de combustible de equipos pesados móviles	Ruptura de la línea de suministro de combustible u otro accidente	1 Contaminación del suelo en el área	Procedimientos operativos; procedimientos de mantenimiento; procedimientos de respuesta a emergencias.	C	2		Los efectos se limitan al área.
4B.1) ADR y Refinería								
	1 Derrame de materiales (reactivos, concentrados)	Error operativo, falla mecánica/equipos, falla del sistema de control	1 Descarga de materiales en el medio ambiente	Mantenimiento de los equipos y sistema de contro; edificios cubiertos; sistema de contención; procedimientos de respuesta a emergencias	C	2		

COMPONENTE DE RIESGO	ASPECTO DE RIESGO MODO DE FALLO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PLANIFICADAS DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD		NOTAS
						Medio Ambiente	Seguridad Pública	
5A. Construcción								
5A.1) Pileta de solución rica y Pileta de excesos								
	1 Falla en las presas de arranque	Sismo que excede los criterios de diseño; materiales, construcción o diseño de presa inadecuados; condiciones geotécnicas desconocidas	1 Descarga de materiales en el medio ambiente	Diseño geotécnico; aseguramiento de la calidad de construcción; monitoreo e inspección del talud; monitoreo e inspección del drenaje; procedimientos de respuesta a emergencias.	D	3		
5B. Operación								
5B.1) Pileta de solución rica y Pileta de excesos								
	1 Derrame de solución	Error operativo, falla mecánica/equipos, falla del sistema de control	1 Descarga de materiales en el medio ambiente	Mantenimiento de equipos y sistema de control; edificios cubiertos; sistema de contención; procedimientos de respuesta a emergencias	D	3		
5B.3) Piletas de solucion rica y Pileta de excesos								
	1 Falla de vertederos	Deslizamiento de taludes del HLF; sismo que excede los criterios de diseño; materiales, construcción o diseño inadecuados	1 Rebose de la pileta, que conlleva a la descarga de solución en el medio	Diseño de ingeniería; diseño para eventos de Precipitación Máxima Probable, aseguramiento de la calidad de construcción; borde libre con un mínimo de 5 m para evitar desbordes; monitoreo e inspección del talud de HLF; monitoreo e inspección del drenaje; procedimientos de mantenimiento y operaciones; Procedimientos de respuesta a emergencias	D	2		
			2 Fugas en la pileta, lo que conlleva a la descarga de solución afectando el medio ambiente y la seguridad pública		E	4	4	
	2 Lluvias mayor a la del diseño	lluvias, construcción o diseño inadecuados	1 Contaminación del agua subterránea descarga en el ambiente fuera del área	Investigaciones y estudios de ingeniería; aseguramiento de la calidad de construcción; geomembrana en las paredes internas de la presa; sistema de subdrenajes; poza de colección de drenaje/infiltración; pozas de monitoreo; instalación de un muro de contención de filtraciones; Procedimientos de respuesta a emergencias.	D	3		
	3 Ingreso del público en piletas	Señalización o control de seguridad inadecuado	1 Seguridad pública	Sistema de seguridad incluyendo cercas y restricciones de acceso; procedimientos de respuesta a emergencias.	E		4	

2.117.3 *Evaluación de riesgos salud ocupacional*

La importancia en el manejo de riesgo es prevenir la ocurrencia de un evento de riesgo. Sin embargo, las medidas de mitigación de la consecuencia también son necesarias en caso un evento de riesgo ocurra.

Las actividades que se llevarán a cabo principalmente durante la fase de construcción del Proyecto, implican condiciones que podrían presentar situaciones de riesgos con consecuencias para las personas, los equipos, infraestructura, y para el ambiente.

Para la evaluación de los peligros y riesgos inherentes a las diferentes fases de desarrollo del proyecto se tomó en consideración las diversas tareas a ejecutar y los riesgos físicos, químicos, mecánico, eléctrico, fisiológicos o ergonómicos y riesgos biológicos asociados a estas. Al momento de realizar el análisis para la identificación de riesgos, se procedió a separar los mismos en las siguientes categorías: riesgos biológicos, riesgos químicos, riesgo mecánico, riesgo ergonómico y riesgos físicos.

Los riesgos que pueden presentarse durante las diferentes fases que conlleva el proyecto son muy similares, las variaciones están dadas por la probabilidad de ocurrencia debido a las actividades que se desarrollen y la magnitud con la que ocurran. En este sentido, es importante tener en cuenta que el análisis que se presenta a continuación es general y se basa en las diferentes tareas que conlleva el proyecto independientemente de la fase en la que se ejecuten.

Riesgo Físico

Los principales riesgos físicos que pueden presentarse durante todas las fases en las que se ejecutará el Proyecto están ligados a factores como humedad, calor, vibraciones y ruido. Si los trabajadores no guardan las medidas de higiene con el equipo de protección personal (botas y tapones auditivos, principalmente) puede presentarse el riesgo de contraer hongos en la piel y otitis.

La remoción de la vegetación para la adecuación del terreno, el uso de equipos como moto sierras; y los equipos que se utilizarán para realizar las perforaciones, pueden ocasionar exposición a altos niveles de ruido; por lo que un mal uso de los equipos de protección auditiva podría ocasionar pérdida parcial o completa de la audición. Por otro lado, la vibración como consecuencia de las actividades de voladura en los tajos y las actividades de perforación que puede ocasionar alteración del sistema nervioso a largo plazo.

Riesgos Ergonómicos o Fisiológicos

Involucra todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana. Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobre-esfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares.

Estos riesgos aplican también para las actividades que aunque no supongan un gran esfuerzo físico, o el mantenimiento de una postura que suponga una contracción muscular continua de una parte del cuerpo (por ejemplo, operar equipos de perforación), puedan generar alteraciones en las distintas estructuras del sistema osteomuscular, a nivel de los hombros, la nuca o los miembros superiores. Cuando hablamos de lesiones músculo-esqueléticas nos referimos a situaciones de dolor, molestia o tensión resultante de algún tipo de lesión (Fracturas, osteoartritis, Distensiones, desgarros, torceduras, hernia discal, fatiga muscular, atrofia muscular) en la estructura del cuerpo, que puede afectar a los siguientes elementos (Hueso, Ligamentos, Articulaciones, Músculos, Tendones, Nervios, etc.).

Riesgo Mecánico

Para la remoción de la vegetación, excavaciones, corte y relleno, voladuras, y transporte del personal hacia las facilidades del proyecto; para esto se necesitarán

equipos, que sin el mantenimiento periódico pueden convertirse en un arma potencial; causando peligro a la salud y vida de los trabajadores.

Los elementos que contribuyen al aumento de los riesgos mecánicos son: las proyecciones de las ramas de los árboles, la vegetación que será derribada, brocas, tornillos, barras o los elementos que sobresalen de los ejes o acoplamientos rotativos de los equipos a utilizar.

Riesgo Químico

Debido a que durante las etapas de construcción y operación se utilizarán equipos que requieren de hidrocarburos para su funcionamiento, se prevé el siguiente escenario de riesgo.

Riesgo por Derrame: Bajo este riesgo se incluye los pequeños derramas de hidrocarburos del equipo mecánico durante etapa de construcción y operación, principalmente por falla mecánica o error humano a la hora de su uso

Riesgo por Manejo de sustancias Químicas: Un mal manejo de las sustancias químicas dentro de las cuales se incluyen los agroquímicos podría ocasionar la afectación de la salud del trabajador, ya sea por contacto con la piel u ojos, o mediante la respiración de sustancias peligrosas.

Otros riesgos serian por Atmósferas Peligrosas: La ejecución de trabajos (Ej. soldadura) durante la construcción u operación en zonas parcialmente cerradas, podría implicar la generación de atmósferas peligrosas.

Riesgo Eléctrico

Se denomina riesgo eléctrico al originado por la energía eléctrica. Un contacto eléctrico es la acción de cerrar un circuito al unirse dos elementos.

Este riesgo está relacionado con la necesidad de establecer instalaciones eléctricas temporales mientras se realizan las actividades de construcción, las actividades de mantenimiento eléctrico y el proceso de operación de generadores

portátiles. La principal consecuencia del riesgo, sería la electrocución del personal involucrado en estas tareas.

El paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo, puede provocar distintas lesiones como quemaduras, fibrilación ventricular e incluso la muerte.

Físicos-químicos

Los factores de riesgos físicos-químicos son aquellos donde se producen a la vez fenómenos físicos como el calor y químicos como las reacciones entre los combustibles y el carburante.

Este riesgos se podrían dar por la utilización de hidrocarburos (aceite, lubricantes y combustible de los generadores portátiles) en el sitio, la ejecución de trabajos de soldadura y el empleo de equipos que generen calor son algunos de los factores precursores del riesgo de incendio.

Riesgo Biológico

Los riesgos biológicos consisten en la presencia de un organismo, o la sustancia derivada de un organismo, que plantea, sobre todo, una amenaza a la salud humana.

Riesgo de Contacto con Vegetación Urticante y/o Alergógena: Este riesgo podría presentarse en las zonas cubiertas con vegetación, donde al momento de realizar actividades de remoción de cobertura vegetal, el personal que entre en contacto con ciertas especies de plantas podría presentar algún tipo de afectación.

Riesgo por Mordedura y/o Picaduras de Animales e Insectos: Este riesgo podría presentarse principalmente al trabajar en el área del bosque secundario joven o donde existe vegetación arbustiva y herbazales. El trabajo en este tipo de ambiente podría implicar riesgos de mordedura de serpientes y de otros animales, así como de picaduras de insectos, incluyendo mosquitos, chitras, garrapatas y abejas africanizadas.

Factores de riesgo

Las actividades que se realicen en un ambiente laboral, deben ser desarrolladas en función a minimizar los riesgos inherentes a cada una de ellas. En la tabla 2-39 se mencionan los riesgos y los factores de probabilidad que pueden aumentar la ocurrencia de los riesgos identificados para la ejecución del Proyecto.

Tabla 2-45: Riesgos y factores de probabilidad identificados para la realización de este proyecto.

N0.	Tipo de Riesgo	Identificación de riesgo	Factores de probabilidad
1	Físico	Problemas auditivos y de coordinación (por la generación de ruido y vibraciones)	Tráfico vehicular y operaciones de equipos pesados.
			Uso de equipos generadores de ruido.
			Falta de equipo de protección auditiva en áreas donde se generan ruidos (Tapones y orejeras).
			Uso de equipos o herramientas en mal estado.
			Ciclos de trabajos repetitivos en equipos que generen vibraciones.
		Golpe de calor (Cambios bruscos de temperatura	Falta de hidratación (bajo consumo de líquidos).
			Exposición continúa a los rayos del sol.
		Infecciones en la piel por hongos (alta humedad)	Exposición continua a lluvia

SNC·LAVALIN

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

N0.	Tipo de Riesgo	Identificación de riesgo	Factores de probabilidad
			Uso de calzados inadecuados
2	Físico-químico	Incendio	Equipos que generan calor, en sitios son hay hidrocarburos.
			Falta de mantenimiento de los equipos o herramientas a utilizar.
3	Ergonómicos o Fisiológicos	Lesiones (Fracturas, atrofia muscular, artritis, entumecimiento	Mantenimiento excesivo de una misma postura.
			Usos de equipo o herramienta que trasmiten vibraciones al cuerpo.
			Topografía ondulante en el área a trabajar.
		Enfermedades psicosociales (cambio de comportamiento, estrés)	Trabajos ejecutados bajo presión.
			Malas relaciones sociales en el trabajo
4	Mecánico	Cortes, Golpes y punciones	Falta de señalización en el área de trabajo
			Mantenimiento inadecuado de los equipos o herramientas a utilizar.
			Uso inadecuado del equipo de protección personal.
			Distracción en la manipulación de los equipos.
			Falta de capacitación del personal

NO.	Tipo de Riesgo	Identificación de riesgo	Factores de probabilidad
			Ambiente de trabajo en área boscosa.
5	Química	Derrame de hidrocarburos	Falta de mantenimiento de los equipos o herramientas a utilizar
		Manejo de sustancias químicas	Falta de capacitación del personal sobre manejo apropiado de sustancia química.
			Falta de las hojas de seguridad en área de trabajo.
			Falta de inventario de las sustancias químicas que se utilicen
6	Eléctrico	Electrocución	Contratación de mano de obra calificada
			Manejo inadecuado de equipo
			Manejo inadecuado de equipos de instalación eléctrica
			Uso incorrecto del equipo de seguridad personal básico.
		Quemaduras por choque eléctrico	Uso incorrecto del equipo de seguridad personal básico.
			Contratación d emano de obra no calificada
		Incendios	Uso de equipo de instalación eléctrica en mal estado

NO.	Tipo de Riesgo	Identificación de riesgo	Factores de probabilidad
7	Biológico	Mordedura y/o picaduras de animales e insectos	Uso inadecuado de los equipo de protección personal
			Falta de capacitación del personal
		Contacto con vegetación urticante	Descuido del personal al situarse en áreas con vegetación mas copiosa.

Fuente: SNC Lavalin, 2016.

Evaluación de los riesgos laborales

Para la caracterización de los riesgos se utilizó la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y se evaluó el nivel de riesgo a través del impacto que puede ocasionar y la probabilidad de ocurrencia de la situación de emergencia.

En la tabla 2.40 se muestran los niveles de severidad, la calificación y el valor del riesgo, donde se considera la evaluación del impacto y la probabilidad de emergencia en un rango de 1 a 3, lo que brinda como resultado la calificación del riesgo. Esta calificación presenta como valor mínimo 1 y máximo 9. A la valoración final se le asigna un color dependiendo del nivel de la ponderación de riesgos, ya sea alta (roja), media (naranja) o baja (verde).

Tabla 2-46: Ponderación utilizada por la metodología BID

Nivel de Severidad		
Calificación	Valor	Riesgo
9	3	Alto
6	3	Alto
4	2	Medio
3	2	Medio
2	1	Bajo

1	1	Bajo

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo.

Tabla 2-47: Niveles de calificación de probabilidad e impacto

Nivel	Calificación	Impacto	Probabilidad
Alto	3	Afecta de forma material el proyecto y sus resultados	Existen factores de riesgo (antecedentes o resultados de evaluación) que sumados indican una aceleración de la frecuencia de ocurrencia
Medio	2	Aunque se considera importante el efecto es menor la materialidad que "Alto"	El riesgo podría presentarse con una frecuencia menor que "Alta"
Bajo	1	No se considera importante el efecto, no hay suficientes razones para pensar que el riesgo es una amenaza para los resultados o efectos	Los antecedentes permiten concluir que la frecuencia de ocurrencia del riesgo es baja o no son una base suficiente para sensibilizar un criterio hacia probabilidad media o alta.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo.

SNC·LAVALIN

MCQSA

Tabla 2-48: Valoración del nivel de riesgo

NO.	Tipo de Riesgo	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Evaluaci Calificación
1	Físico	Ruido, vibración, cambios de temperatura y humedad	3	3	9
2	Físico-químico	Incendio	2	1	2
3	Ergonómicos o Fisiológicos	Lesiones (Fracturas, atrofia muscular ,artritis, entumecimiento	3	3	9
		Enfermedades psicosociales (cambio de comportamiento, estrés)	1	2	2
4	Mecánico	Cortes, Golpes y punciones; por falta de mantenimiento de los equipos y herramientas.	2	3	6
5	Química	Derrame de hidrocarburos	3	2	6
		Manejo de sustancias químicas	2	2	4
6	Eléctrico	Electrocución	2	2	4
		Quemaduras por choque eléctrico	2	2	4
7	Biológico	Mordedura y/o picaduras de animales e insectos. Contacto con vegetación urticante	2	3	6

N0.	Tipo de Riesgo	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Evaluaci Calificación
				Clasificación	general del rie

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. Análisis: SNC-LAVALIN, 2016.

La ponderación global de los riesgos señalados en la tabla 2.42 establece un valor general de riesgo de 2.30; lo que indica que el Proyecto tiene un nivel de riesgo entre Medio y Alto; esto es debido a que las condiciones de trabajos serán similares durante todas las fases de ejecución del Proyecto principalmente por las condiciones del terreno en el que se desarrollarán. Por lo cual, se sugiere acatar las medidas preventivas propuestas en las siguiente sección.

Medidas preventivas propuestas

Todos los trabajadores sin excepción, están en mayor o menor medida expuestos a los riesgos y la forma de evitarlos es actuando sobre los mismos. Existen muchas medidas preventivas que se pueden considerar, en la siguiente tabla se sugieren medidas preventivas por cada riesgo identificado.

Tipo de riesgo	Medidas Preventivas
Ergonómicos o Fisiológico	Brindar a los trabajadores el equipo de protección personal (botas, casco, guante y lentes) y exigir el uso de los mismos.
	Realizar capacitaciones periódicas al personal (Higiene y seguridad ocupacional, uso de equipos de protección personal, etc.).
	Rotar al personal que maneje equipo pesado.
	Disponer de agua potable para el consumo del personal que labore en la obra
	Establecer las asignaciones con tiempo.
Eléctrico	Utilizar equipo de de protección personal (EPP); Es recomendable el uso de un par de calzados, resistentes, con suelas y tacones antideslizantes.
	Contratación de personal calificado para la realización de trabajo eléctrico.
	Prohibir el uso de toda prenda, anillo o reloj de metal. El oro y la plata son conductores de electricidad.
	Definición y divulgación de procedimientos claros para la ejecución de trabajo eléctrico.
	Prohibir el desarrollo de trabajos de instalación, cuando se presenten condiciones de tiempo desfavorable (lluvias copiosas).
	Utilización de herramientas en buen estado
	Cumplimiento del Reglamento para instalaciones eléctricas.
	Brindar mantenimiento periódico a los sistemas eléctricos que lo requieran.
Biológico	Exigir al personal el empleo de ropa de trabajo adecuada que minimice la exposición de la piel a animales e insectos.
	Prohibir al personal molestar innecesariamente a la fauna silvestre del área.
	Instruir al personal sobre los peligros al trabajar en áreas que presenten este tipo de riesgo y las medidas de precaución pertinentes.
	Dotar al personal que lo requiera de repelente contra insectos
	Prohibir al personal tocar o recolectar la vegetación de la zonas de trabajo

Tipo de riesgo	Medidas Preventivas
	Proveer de guantes para aquellas actividades donde sea inevitable entrar en contacto directo con vegetación.
Físico	Señalizar las vía principal de transito, indicando movilización de equipo en la zona.
	Capacitar al personal que conducirá los vehículos y maquinaria en el área de proyecto (Seguridad vial, higiene y salud ocupacional, etc.).
	Dotar al personal con equipo de protección auditiva (tapones y /o orejeras)
	Utilizar en menor número equipo pesado (solo el que se necesite)
	Delimitación de zonas de seguridad
Físico -Químico	Almacenar por separado los cilindros de oxigeno y acetileno que se utilicen para trabajos de soldadura.
	Evitar la acumulación de material combustible, innecesariamente, en las zonas de trabajo.
	Vigilar que las actividades que puedan generar calor o chispas se realicen a una distancia prudencial de materiales combustibles.
	Prohibir fumar en los sitios de trabajo.
	Se debe contar con un extintor portátil en los sitios de trabajo.
Mecánico	Dotar al personal del equipo de protección personal básico (casco, botas, chaleco refractivo, lente de seguridad)
	Contratar mano de obra calificada
	Capacitar al personal sobre el uso adecuado de los equipos, en el área de trabajo.
	Brindar mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria que se utilicen.
	Delimitar las zonas de seguridad, referente a la circulación De maquinarias y vehículos.
	Utilizar conos y /o señales luminosas en la vía principal, indicando precaución, por la existencia de hombres trabajando en la zona.
Químico	Utilizar tambos para la recolección de hidrocarburos y mantener próximos al sitio donde se realicen trabajos de mantenimiento de equipo, material de contención de derrames.
	Capacitar personal en cuanto al manejo apropiado de las sustancias químicas que utilicen y el equipo de protección personal que se deba utilizar.

Tipo de riesgo	Medidas Preventivas
	Los trabajos de mantenimiento en las zonas de trabajo deber realizarse al mínimo que sea estrictamente necesario. Si se realizasen labores de mantenimiento en las zonas de trabajo, esto debe ser sobre superficies que cuenten con algún tipo de impermeabilización temporal.
	Dotar al personal del equipo de protección personal requerido para el manejo de las sustancias químicas según se especifique en las MSDS.
	Contar en los sitios de trabajo con los equipos, materiales e insumos mínimos requeridos para atender situaciones de emergencia con sustancias químicas según lo señalado en las MSDS respectivas.

Fuente: SNC Lavalin, 2016.

2.118 EN LA PAGINA 10-225 EN EL PUNTO 10.7.1.2 OBJETIVOS SE INDICA "DEFINIR LAS ACCIONES DE MANEJO NECESARIAS, PARA AQUELLAS ESPECIES QUE REQUIERAN PROTECCION Y MANEJO ESPECIAL DENTRO DE LA HUELLA DEL PROYECTO", PERO NO SE INDICA CUALES SON LAS ESPECIES QUE DEBERIAN SER RESCATADAS. EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUALES SON LAS ESPECIES DE FAUNA QUE DEBERIAN SER RESCATADAS, CUALES SON LOS SITIOS IDENTIFICADO PARA LA REUBICACIÓN DE CADA ESPECIE QUE PRESENTAN CONDICIONES FISICAS Y BIOLOGICAS ADECUADAS PARA ASEGURAR LA SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES FAUNISTICA QUE SERA RESCATADA. PRESENTAR UN DETALLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE PROGRAMA INDICANDO PERSONAL, EQUIPO, RECURSOS Y CRONOGRMA DE TRABAJO PREVISTO PARA RESCATE FAUNA

Como parte de los objetivos a cumplir en el Plan de rescate y reubicación de fauna se prevé rescatar especies de vertebrados terrestres (mamíferos, anfibios, reptiles, o aves), que pudieran ser perturbados por las actividades de acondicionamiento del terreno antes, durante y después de iniciar las diferentes etapas del Proyecto. Priorizando especies protegidas por legislaciones nacionales e Internacionales.

Inventario de la Fauna existente

En la zona donde se realizara el proyecto se han realizado diferentes esfuerzos de muestreo basados en trabajo en campo y revisión bibliográfica. De estos esfuerzos se han reportados un total de 141 especies de fauna, la mayoría habitantes de áreas abiertas, resaltando que en el área de este proyecto, predominan área bosques intervenidos, algunos presentando herbazales y parches de áreas reforestadas con pinos, por lo que se tiene una moderada diversidad de especies.

También se realizó un levantamiento de la fauna acuática presente en los cuerpos de aguas cercanos, se reportó 10 especies de peces, 29 géneros de perifiton y 29 familias de insectos acuáticos.

A continuación presentamos el listado de especies existente por grupo de estudio.

Tabla 2-49: Listado de especies por grupo de estudio

Orden	Familia	Nombre Científico
	Aves	
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia edward*
Apodiformes	Apodidae	*Chaetura vauxi*
Apodiformes	Trochilidae	*Damophila julie*
Apodiformes	Trochilidae	*Klais guimeti*
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis longuemareus*
Apodiformes	Trochilidae	*Phaethornis superciliosus*
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	*Nyctibius griseus*
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*
Ciconiiformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*
Ciconiiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*
Ciconiiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*
Columbiformes	Columbidae	*Geotrygon montana*
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus momota*
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophapha ani*

Orden	Familia	Nombre Cientifico
Cuculiformes	Cuculidae	*Dromococcyx phasianellus*
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*
Cuculiformes	Psittacidae	*Tapera naevia*
Falconiformes	Accipitridae	*Asturina nitida*
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo magnirostris*
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*
Falconiformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*
Falconiformes	Accipitridae	*Leucopternis albicollis*
Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimachima*
Galliformes	Cracidae	*Ortalis cinereiceps*
Gruiformes	Rallidae	*Aramides cajanea*
Passeriformes	Emberizidae	*Arremon aurantiirostris*
Passeriformes	Emberizidae	*Arremonops conirostris*
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*
Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*
Passeriformes	Pipridae	*Chiroxiphia lanceolata*
Passeriformes	Thraupidae	*Chlorophanes spiza*
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax affinis*
Passeriformes	Parulidae	*Dendroica petechia*
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*
Passeriformes	Thraupidae	*Euphonia laniirostris*
Passeriformes	Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*
Passeriformes	Icteridae	*Icterus chrysater*
Passeriformes	Pipridae	*Manacus arantiacus*
Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*
Passeriformes	Tyrannidae	*Miozetetes similis*
Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*
Passeriformes	Thamnophilidae	*Myrmeciza exsul*
Passeriformes	Emberizidae	*Oryzoborus angolensis*
Passeriformes	Emberizidae	*Oryzoborus funereus*
Passeriformes	Thraupidae	*Piranga rubra*
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*
Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*

Orden	Familia	Nombre Científico
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius decumanus*
Passeriformes	Icteridae	*Psarocolius wagleri*
Passeriformes	Thraupidae	*Ramphocellus dimidiatus*
Passeriformes	Tyrannidae	*Rhynchocyclus brevirostris*
Passeriformes	Tyrannidae	*Rhynchocyclus olivaceus*
Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator albicollis*
Passeriformes	Cardinalidae	*Saltator maximus*
Passeriformes	Parulidae	*Seiurus noveboracensis*
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*
Passeriformes	Thraupidae	*Tachyphonus luctuosus*
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus atrinucha*
Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis episcopus*
Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis palmarum*
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryophilus rufalbus*
Passeriformes	Emberizidae	*Tiaris olivaceus*
Passeriformes	Cotingidae	*Tityra semifasciata*
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*
Passeriformes	Parulidae	*Vermivora peregrina*
Passeriformes	Emberizidae	*Volatinia jacarina*
Passeriformes	Dendrocolaptidae	*Xiphorhynchus susurrans*
Piciformes	Picidae	*Campephilus melanoleucos*
Piciformes	Bucconidae	*Malacoptila panamensis*
Piciformes	Picidae	*Melanerpes rubricapillus*
Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*
Psittaciformes	Psittacidae	*Brotogeris jugularis*
Psittaciformes	Psittacidae	*Pionus menstruus*
Strigiformes	Strigidae	*Otus choliba*
Strigiformes	Strigidae	*Pulsatrix perspicillata*
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus soui*
Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamus major*
Trochiliformes	Trochilidae	*Amazilia tzacatl*

Orden	Familia	Nombre Científico
Trochiliformes	Trochilidae	*Chlorostilbon assimilis*
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon massena*
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon violaceus*
	Mamíferos	
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*
Carnivora	Mustelidae	*Eira barbara*
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*
Carnivora	Felidae	*Puma yagouarondi*
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*
Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira ludovici*
Chiroptera	Phyllostomidae	*Vampyressa nymphaea*
Didelphimorhia	Didelphidae	*Caluromys derbianus*
Didelphimorhia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus gabbi*
Primates	Atelidae	*Alouatta coibensis trabeata*
Primates	Atelidae	*Ateles geoffroyi azuerensis*
Primates	Cebidae	*Cebus capucinus*
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*
Rodentia	Echimyidae	*Proechimys semispinosus*
Rodentia	Cebidae	*Sciurus granatensis*
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus variegatoides*
Xenartha	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*
	Anfibio	
Anura	Dendrobatidae	*Colostethus panamensis*
Anura	Craugastoridae	*Craugastor azueroensis*
Anura	Craugastoridae	*Craugastor crassidigitus*
Anura	Craugastoridae	*Craugastor fitzingeri*
Anura	Dendrobatidae	*Dendrobates auratus*
Anura	Eleutherodactylidae	*Diasporus sp.*
Anura	Leiuperidae	*Engystomops pustulosus*

Orden	Familia	Nombre Científico
Anura	Hylidae	*Hypsiboas crepitans*
Anura	Bufonidae	*Incilius signifer*
Anura	Bufonidae	*Chaunus marinus*
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus savagei*
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus sp.*
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*
Anura	Hylidae	*Smilisca sila*
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa lignicolor*
	Reptiles	
Squamata	Colubridae	*Chironius carinatus*
Squamata	Colubridae	*Leptodeira annulata*
Squamata	Colubridae	*Mabuya unimarginata*
Squamata	Colubridae	*Oxybelis aeneus*
Squamata	Colubridae	*Pseustes poecilonotus*
Squamata	Colubridae	*Sibon nebulatus*
Squamata	Iguanidae	*Norops biporcatus*
Squamata	Iguanidae	*Norops humilis*
Squamata	Iguanidae	*Norops limifrons*
Squamata	Iguanidae	*Basiliscus basiliscus*
Squamata	Teiidae	*Ameiva ameiva*
Squamata	Scincidae	*Mastigodryas melanolomus*
Squamata	Viperidae	*Bothrops asper*
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

En la siguiente tabla se presentas las especies existente en el proyecto, la cuales están bajo legislación nacional e internacional.

Tabla 2-50: Especies de fauna bajo legislación nacional e internacional

Especie	Nombre común	ANAM	UICN	CITES	Endémico
MAMIFEROS					
Alouatta coibensis trabeata	Mono aullador de Coiba	CR	CR	I	X
Ateles geoffroyi azuerensis	Mono araña	EN	EN	II	
Cebus capucinus	Cariblanco	VU		II	
ANFIBIOS					
Craugastor azueroensis	Rana	CR	EN		X
Incilius signifer	Sapo				X

Especie	Nombre común	ANAM	UICN	CITES	Endémico
Dendrobates auratus	Rana venenosa	VU	LR	II	
AVES					
Tinamus major	Tinamú grande	VU			
Sarcoramphus papa	Gallinazo rey	EN		III	
Leucopternis albicollis	Gavilán blanco	VU		II	
Asturina nítida	Rapaz	VU		II	
Buteo magnirostris	Rapaz	VU		II	
Buteo platypterus	Rapaz	VU		II	
Milvago chimachima	Caracara	VU		II	
Brotogeris jugularis	Perico barbinaranja	VU		II	
Pionus menstruus	Loro	VU		II	
Otus choliba	Búho	VU		II	
Pulsatrix perspicillata	Búho de anteojos	VU		II	
Phaethornis superciliosus	Ermitaño colilargo	VU		II	
Phaethornis longuemareus	Ermitaño chico	VU		II	
Klais guimeti	Colibrí cabecivioleta	VU		II	
Chlorostilbon assimilis	Esmeralda jardinera	VU		II	
Damophila julie	Colibrí ventrivioleta	VU		II	
Amazilia Edward	Amazilia ventrinivosa	VU		II	
Amazilia tzacatl	Amazilia colirrufa	VU		II	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Albergue temporal

Todo animal que se encuentre herido, será traslado a un albergue temporal.

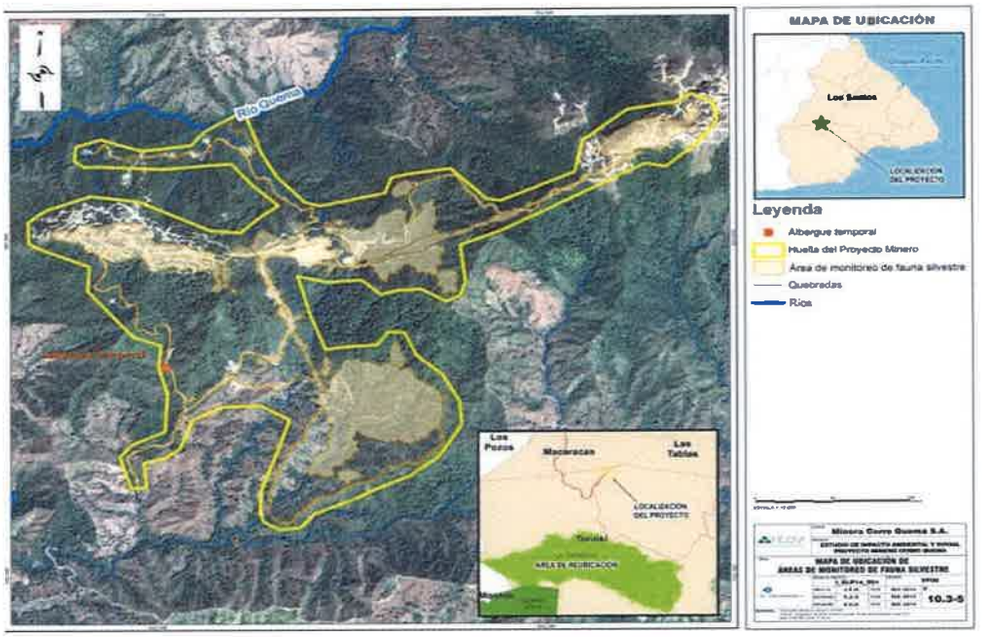
El personal encargado de la ejecución del rescate, deberá coordinar con la empresa contratista de las obras, en efecto, con la empresa promotora, un sitio el cual sea designado para el cuidado temporal de las especies rescatadas, sitio en el cual se mantendrán las condiciones y comodidades para la revisión de los especímenes golpeados o afectados directamente por los trabajos, por un especialista en medicina veterinaria, previo a su reubicación en los sitios destinados por MIAMBIENTE o sugeridos por los especialistas, los cuales cumplan con las condiciones del entorno del hábitat de las especies rescatadas.

En el mapa 10.3-5 se presenta ubicación donde se establecerá el albergue temporal. En este lugar serán ubicados los adultos y crías de las especies de

vertebrados silvestres rescatadas que hayan resultado heridas por las actividades del Proyecto.

Los huevos de aves serán colocados en incubadoras artificiales o expuestos a la radiación solar para que sean incubados. Se monitoreará el desarrollo del polluelo diariamente, observando el huevo a contraluz. Con respecto a la alimentación de los pichones, esta dependerá de la especie capturada; ya que se puede presentar el caso de alguna ave rapaz o una frugívora. El mecanismo de alimentación para las aves que comen frutas será de tipo manual, utilizando una jeringuilla en la cual se coloquen las frutas (Guineo, papaya, mango, etc.), previamente preparadas en forma de papilla. En el caso de las aves rapaces se tomarán pequeños trozos de carne y se les dará manualmente o con la ayuda de alguna tenaza. El período de alimentación, suele ser cada 1 o 2 horas aproximadamente. Los anfibios serán colocados en terrarios de vidrio o plexiglás, con malla en su parte superior; el terrario contendrá grava redonda, agua, vegetación y comida (hormigas, moscas de fruta, grillos, etc.). Cada una de las diferentes especies de anfibios y reptiles colectadas se colocará dentro de recipientes distintos para evitar agresiones y depredación entre especies diferentes. Las crías de mamíferos serán alimentadas con leche, frutas, carnes u hojas, según el estado de desarrollo del animal y la especie capturada (herbívoro o carnívoro). Todos los ejemplares que se ubiquen en el albergue temporal, serán monitoreados permanentemente por un veterinario, hasta que los mismos se recuperen, desarrollen y estén en condiciones adecuadas para ser reubicados. Debe quedar claro que el albergue temporal de animales, no tendrá las características de un zoológico y mucho menos la de un zoocriadero. El mismo contará con las infraestructuras, equipos e instrumentos adecuados para el cuidado temporal de los diferentes grupos de animales.

Figura 2-33: Zonas de monitoreo de fauna.

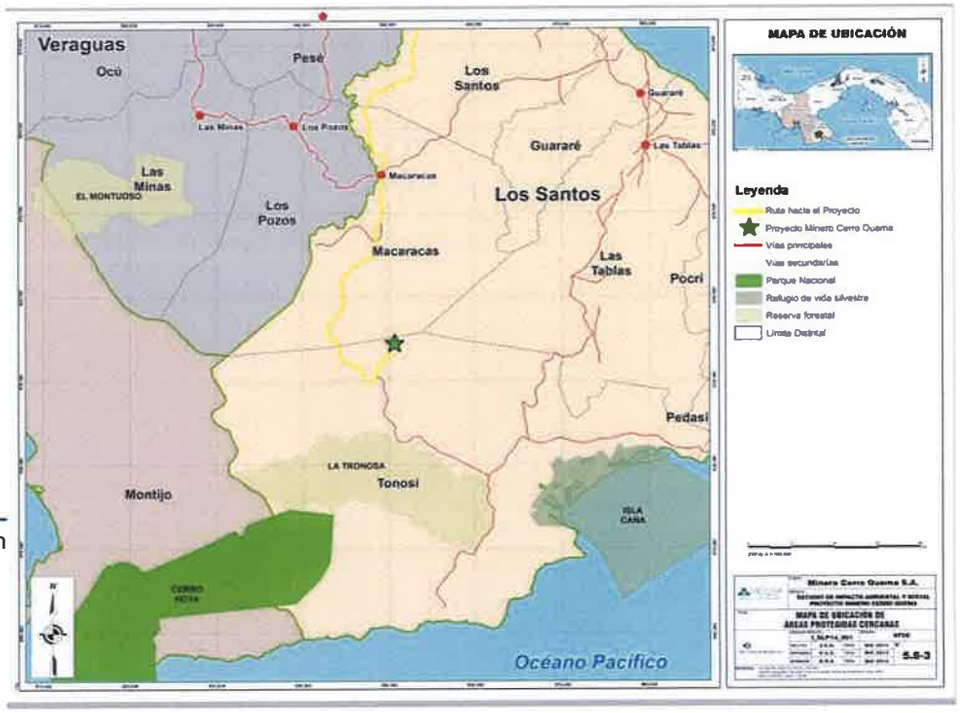


Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

Posibles sitios de reubicación

Una vez rescatados los especímenes en el área del Proyecto, serán transportados hacia las oficinas de Ministerio de Ambiente más cercanas para levantar el acta correspondiente de entrega y posteriormente realizar la liberación con personal de MIAMBIENTE, al área protegida más cercana (Mapa 5.8-3 incluido en el Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro).

Figura 2-34:



SNC-Lavalin Pan

Enero, 2016

icación de especies de fauna.

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

A partir de las áreas protegidas mostrada en la figura 2-34 de, consideramos que la Reserva Forestal La Tronosa, presenta condiciones, físicas y biológicas adecuadas para asegurar la supervivencia de las especies faunística rescatadas.

La Reserva forestal la Tronosa según el inventario de flora y fauna realizado 2009 muestra la existencia de 179 especies arbóreas, 140 de aves, 54 de mamíferos, 16 de anfibios y 27 reptiles. Comparando nuestros resultados obtenidos en la línea base y el estudio sobre la Biodiversidad en la Reserva Forestal la Tronosa (2009), se tiene que de las 22 especies de mamíferos reportadas en la huella del proyecto, 20 de ellas están presente en esta área protegida; para el caso del grupo de aves de las 90 registrada 65 están presentes en La Tronosa; mientas que de las 15 especies de anfibios, solo ocho están presente y por ultimo de las 14 especies de reptiles registradas en proyecto, solo 10 están presente en la Reserva Forestal La Tronosa. Al existir especies compartidas entre esto dos sitios, podemos considerar como el área más propia para la liberación de las especies de fauna rescatas.

Metodología y Equipo a utilizar

Desarrollo del Programa de Manejo de Rescate y Reubicación de Fauna

En cumplimiento de la política ambiental se propone desarrollar un programa integral de manejo para la fauna silvestre que comprende una serie de actividades que se resumen en la tabla siguiente y se describen en los numerales siguientes:

Tabla 2-51: Actividades del programa integral de manejo para la fauna silvestre

Fase	Actividad	Responsabilidad
Pre-construcción	▪ Educación Ambiental	Promotor/ANAM

	▪ Aspectos Contractuales	
Construcción	▪ Educación ambiental ▪ Ahuyentamiento ▪ Inspección previa ▪ Inspección posterior ▪ Captura y salvamento ▪ Traslado a centro de atención de fauna ▪ Reubicación	Promotor/Empresa contratada para construcción, ANAM
Operación	▪ Educación Ambiental ▪ Seguimiento y Monitoreo ▪ Documentación	Promotor

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

✓ Educación Ambiental

Se llevarán a cabo capacitaciones a todos los trabajadores y contratistas que participen en el Proyecto, la cual incluya cartillas donde se muestren las especies principales y las acciones de comportamiento, las prohibiciones, entre otros.

Se realizarán reuniones con el personal de construcción, dando mayor énfasis a aquellas personas que de alguna manera u otra tendrán injerencia o participación en las obras. Dichas reuniones estarán encaminadas al entendimiento de las acciones de rescate de fauna.

Asimismo, se enfocarán en las técnicas a seguir para delimitar la zona previa a la remoción de la cobertura vegetal. Además, se establecen métodos de control para el manejo de la fauna afectada durante la planeación del trazado de obras

La figura 2-35 muestra el esquema de procedimiento que se seguirá durante las actividades de limpieza de los sitios de obra (Incluye tala y remoción de árboles, arbustos y otro tipo de vegetación requerida, para dejar limpio el sitio previo a los movimientos de tierra necesarios para la construcción de los componentes del Proyecto).

✓ **Aspectos contractuales**

Todos los trabajadores y contratistas del Proyecto, tienen el compromiso de conservar la fauna y cumplir con las siguientes normas de comportamiento:

- La cacería, la captura de animales silvestres y la recolección de huevos de aves con todo tipo de artes, exceptuando las requeridas para los estudios, están estrictamente prohibidas;
- Para todo el personal que labore en la empresa, los contratistas o subcontratistas, está absolutamente prohibida toda actividad que implique la captura, persecución, lesión o acoso de la fauna silvestre dentro del área de concesión del Proyecto; y
- Es responsabilidad del contratista, el cabal cumplimiento de la legislación ambiental vigente y demás leyes, normas, resoluciones o acuerdos, relacionados con la protección y conservación del ambiente y con la seguridad y el bienestar de todo el personal a su cargo.

✓ **Delimitación de sitios**

Es preciso delimitar el área de las obras previo a las actividades de construcción. Esta delimitación está dada por las siguientes recomendaciones:

Demarcación vertical: Este plano espacial nos permitirá observar la ruta del camino desde el ras del suelo. Se utilizarán señalizaciones llamativas, en las que el equipo de inspección pueda estudiar la zona exacta sin pérdidas innecesarias de hábitat

Demarcación horizontal: Se verificarán los nidos y nichos. Se realizarán inspecciones a lo largo de los árboles, desde troncos y sus cavidades hasta las ramas. Esta inspección tiene como objetivo la búsqueda de nichos y nidos de aves. En caso de darse un hallazgo de alguna madriguera o de nidos de aves se procederá a tomar las coordenadas geográficas del lugar y se señalizará el o los árboles con una cinta fluorescente. Dependiendo de la accesibilidad de o los

árboles se procederá al rescate del nido o los animales que se encuentren en ellos, de no ser posible la marca ayudará a identificar el o los arboles cuando sean derribados y así poder localizar a los especímenes anteriormente identificados.

Procedimientos de Rescate

La Figura 10.7-1 del PMA del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto se muestra el esquema del procedimiento que se seguirá durante las actividades de limpieza de los sitios de obra (Incluye tala y remoción de árboles, arbustos y otro tipo de vegetación requerida, para dejar limpio el sitio previo a los movimientos de tierra necesarios para la construcción de los componentes del Proyecto)

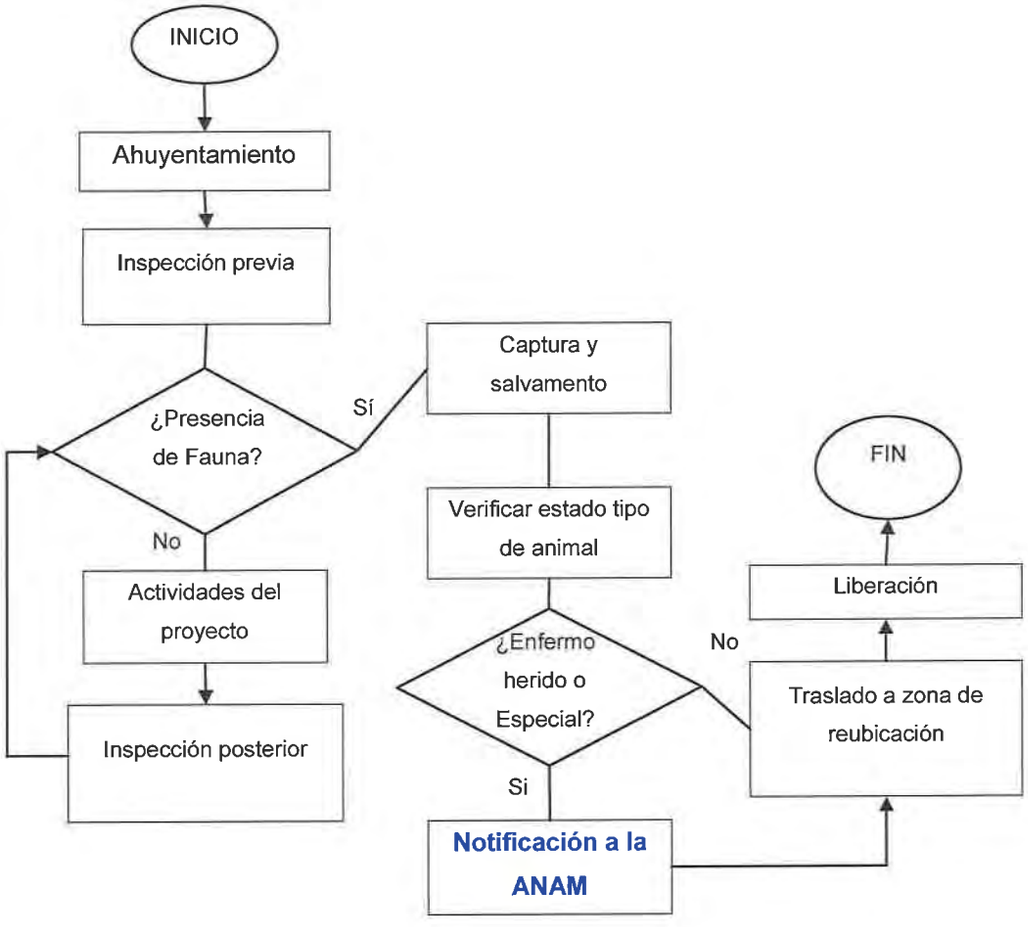


Figura 2-35: Esquema del procedimiento para el manejo de la fauna.

✓ **Ahuyentamiento**

Antes de entrar maquinaria y equipos a los sitios de trabajo o de empezar a remover vegetación, se debe realizar una actividad que se ha denominado ahuyentamiento. Ello, consiste en la entrada de biólogos (con experiencia en campo) haciendo ruidos (con pitos, cornetas, etc.) de tal forma que parte de la fauna móvil presente huya del sitio.

Las técnicas que se utilicen para el ahuyentamiento de la fauna serán consultadas con el Ministerio de Ambiente. La técnica a emplear será documentada escrita y fotográficamente, a manera de evidencias y formará parte del informe.

✓ **Inspección previa**

Se espera que luego del ahuyentamiento, los animales se hayan alejado del sitio. Sin embargo, se considera necesario realizar un reconocimiento visual para verificar la presencia de nidos, camadas, o de animales que no hayan huido y que puedan correr riesgos de daño durante la caída de árboles o las actividades de extracción. Esta inspección se debe realizar tanto a nivel del suelo como a lo largo de los árboles, desde el tronco y sus cavidades hasta las ramas. Se utilizarán linternas, binoculares, varas u otros elementos que faciliten la búsqueda.

✓ **Captura y Salvamento**

El personal que realice esta actividad, será personal idóneo con conocimiento de las especies de animales reportados en el área del Proyecto; se evitará en lo posible la contratación de personas que no sepan manipular los animales, debido a que esto puede ocasionar accidentes. El rescate de los animales, se ejecutará utilizando equipos de protección personal (guantes, botas, casco, lentes, entre otros), instrumentos de captura y manipulación adecuados para el tipo de especie (lazos corredizos, pinzas herpetológicas, mallas, sogas, redes, entre otros) y el equipo de traslado adecuado (sacos herpetológicos, jaulas, cajas plásticas, entre otros).

En caso de hallazgos durante la inspección previa, se tratará primero de ahuyentar los animales para ver si se pueden movilizar por sus propios medios, lo que resulta lo más indicado en el caso de las aves y mamíferos. En caso contrario (para el caso de camadas, pichones, etc.), se tratarán de capturar para ponerlos a salvo. Para ello se contará con redes, jaulas de diversas dimensiones tipo kennel, varas y otros implementos que se precisen para las actividades de captura.

Para la captura de mamíferos medianos y pequeños, se utilizarán Trampas Tomahawk y trampas Sherman medianas. Estas, serán colocadas a nivel del suelo, entre la vegetación pionera (cerca de madrigueras o de los troncos huecos), entre las raíces de árboles (en las proximidades de los ríos y quebradas) y en los senderos que pudieran presentar algún tipo de evidencia a ser utilizados por mamíferos pequeños y medianos. Otras trampas serán colocadas en ramas y lianas de los árboles del bosque. En todas las trampas se utilizará cebo: frutas de la época, pixbae, plátano verde y tubérculos para la captura.



Figura A- Trampa Tomahawk; B- Trampa Sherman

Para el caso de los mamíferos de lento desplazamiento, heridos o atrapados en la vegetación desbrozada, deberán ser capturados con lazos corredizos o mallas, procurando no estresar el animal durante la manipulación y el traslado. Una vez capturado el animal, se procederá a identificarlo con la ayuda de manuales que contengan claves pictóricas de mamíferos silvestres para la región centroamericana de algunos autores como: Emmons, 1997; Reid, 1997; Méndez, 1993.

Los pequeños anfibios y reptiles que se rescaten, deben colocarse en bolsas o recipientes plásticos, con un poco de agua y hojas, para proporcionarle un medio interno húmedo hasta que se reubiquen en el sitio indicado. En el caso de las aves, se deben hacer observaciones directas e identificarse mediante manuales o con el libro de Aves de Panamá (Ridgely & Gwynne Jr. 1993).

Los ofidios no se pueden capturar directamente con la mano, si no se tiene la destreza de manipularlos, ya que hay especies (Viperidae) con venenos muy potentes y hay algunos no venenosos (Colubridae) que pueden ser muy agresivos. Para tal fin, deberá utilizarse ganchos o tenazas herpetológicas.

Los especímenes recolectados serán fotografiados y se tomarán datos de campo tales como fecha, descripción y documentación del hábitat (fotografías), coordenadas GPS, edad (juvenil, adulto), tamaño, sexo (cuando sea posible) y condición general del animal.

Todos los animales rescatados serán evaluados por un veterinario idóneo como lo establece el artículo 9 de la Resolución AG-0292-2008 "Requisitos para los Planes de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre".

Consideraciones del rescate

Durante el inicio de labores de construcción es probable que aparezcan animales en las áreas cercanas, a pesar de haber realizado el rescate y reubicación de la mayoría de ellos. Por este motivo, durante un día luego de las labores de desmonte nos mantendremos en el área de proyecto e instruiremos a los trabajadores sobre la importancia del rescate de fauna.

En caso de observar un animal enfermo o en un árbol, los trabajadores deben comunicarlo al capataz en turno, el cual debe llamar al encargado ambiental para que en conjunto con la MiAMBIENTE realicen el rescate del animal y luego de verificar su estado dispongan de un lugar seguro para su liberación.

Inspección posterior

Luego de finalizada las actividades de remoción de la vegetación se procederá a realizar una inspección posterior, con el fin de determinar si durante el proceso se afectaron especies de la fauna presente en el área. De ser así se aplicarán las medidas y procedimientos pertinentes para el rescate, que se han considerado en este escrito previamente.

Documentación

Toda la información levantada en los formularios de campo, desde el rescate hasta la reubicación, será introducida en una base de datos, para llevar a cabo un registro individual de los animales rescatados; la misma formara parte de una base de datos que manejara la empresa MCQSA. Esta base de datos permitirá documentar y llevar un registro de los porcentajes de sobrevivencia, fenología y éxito del manejo de todos los animales reubicados.

De la cual se entregará al Ministerio de Ambiente una copia de este registro, para su conocimiento, cumpliendo así con lo estipulado en la legislación panameña.

Reubicación de la fauna

Los animales capturados que puedan valerse por sus propios medios, y luego de verificar sus condiciones de salud, se llevarán y liberarán en las áreas de reubicación designadas.

Es importante señalar que antes de proceder con la liberación de un espécimen animal se tomará en cuenta varios factores tales como:

- Elaborar un acta o ficha técnica de cada individuo capturado y liberado.
- Escoger el sitio de liberación basado en los antecedentes de la existencia de la especie en el sitio y el tipo de hábitat.

Equipo Utilizar

Para el rescate de fauna de mamíferos medianos y pequeños, anfibios y reptiles,

Utilizaremos Kennels, trampa Tomahawk, trampas Sherman medianas sogas de algodón gruesa, cintas de señalización color naranja, Binoculares, pinzas herpetológicos, bolsas de tela, recipientes plásticas perforadas, guantes de látex, machetes, navajas, marcadores, linternas f y mochilas, GPS, cámara digital.

Personal idóneo

Se incorporarán profesionales en el área de Zoología, Biología Ambiental y Medicina Veterinaria, con experiencia de campo, para que se asuman la responsabilidad de realizar las actividades inherentes a la inspección y control durante el rescate, a fin de cumplir con los objetivos del plan de Manejo, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

El equipo de rescate estará conformado por cuadrilla de trabajo, cada una conformada por un biólogos (Zoólogo o Ambiental), un asistente de campo y veterinario idóneo que estará en el albergue temporal. Todos los trabajos relacionados al rescate y reubicación de fauna serán coordinados por un Biólogo Supervisor y con el personal a cargo del desbroce de la vegetación, movimiento de tierra o construcciones.

Se incorporaran profesionales en el área de biología ambiental, zoología y medicina veterinaria con experiencia en manejo y manipulación de fauna silvestre para que asuman la responsabilidad de realizar las actividades y funciones inherentes a la inspección y control durante el rescate de fauna, a fin de cumplir con los objetivos antes señalados.

Inspección ambiental

El principal instrumento para verificar la puesta en marcha del Programa de Manejo, Rescate y Reubicación de Fauna es la inspección o supervisión ambiental. Durante las obras, la inspección tendrá la responsabilidad de supervisar que las medidas sean puestas en marcha de forma correcta y debidamente registradas, conjuntamente con el Ministerio de Ambiente, organismo regulador y fiscalizador del medio ambiente panameño.

La ejecución del programa de seguimiento para el rescate de la fauna, requiere de la estrecha coordinación entre la empresa desarrolladora y los representantes de MIAMBIENTE, responsables de la implementación de las medidas y de suministrar información para la supervisión.

Cronograma de trabajo

Las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna se realizarán de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto minero. Considerando las actividades continúas de educación ambiental, ahuyentamiento, captura y salvamento, traslado y contención en el albergue temporal de fauna silvestre y reubicación.

2.119 EN LA PAGINA 10-233 EN EL PUNTO 10.7.2.5 SITIOS DE REUBICACIÓN SE INDICA" SE COORDINARA CON LA ENTIDAD REGIONAL DE ANAM, LOS SITIOS ADECUADOS PARA REALIZAR LA REUBICACIÓN DE LA FLORA.EXPLICAR Y JUSTIFICAR CUALES SON LAS ESPECIES DE FLORA QUE DEBERÍAN SER RESCATADAS.CUALES SON LOS SITIOS IDIENTIFICADOS PARA LA REUBICACIÓN DE CADA ESPECIE QUE SE PRESENTARAN CONDICIONES FÍSICAS Y BIOLÓGICAS ADECUADAS PARA ASEGURAR LA SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES REUBICADAS. PRESENTAR UN MAPA DE SIITOS DONDE MCQSA PREVE REUBICAR A CADA ESPECIE DE FLORA QUE SERA RESCTADA. SEÑALAR CUAL SERA LA LOGISTICA PREVISTA PARA EL TRASLADO DE CADA ESPECIE

Las especies que deberán ser rescatadas son aquellos identificados en la Tabla 7.1-27 del documento EsIA, al ser especies de flora amenazada, vulnerable, endémica o en peligro de extinción. Consideramos así cuatro especies de flora (*Astronium graveolens*, *Cedrela odorata*, *Epiphyllum phyllanthus* y *Terminalia amazonia*).

El área de reubicación considerado será la reserva forestal La Tronosa con características físicas y biológicas óptimas para la reubicación de dichas especies. En las Figuras 2-33 y 2-34 (5.8-3 y 10.3-5 del EsIA respectivamente) se puede apreciar su ubicación.

El trabajo de reubicación partirá desde la movilización de los individuos juveniles resguardados en el vivero de MCQSA en un vehículo hasta el área protegida La Tronosa.

Las plantas rescatadas se reubicarán de acuerdo a su hábito, tratando de mantener las condiciones de luminosidad y humedad similares a las de procedencia de la planta:

- Epifitas: en el caso de plantas epifitas que necesiten el uso de escalera, la escalera se ubicará sobre los árboles escogidos, evitando los árboles podridos y ejecutando todas las medidas de seguridad. Plantas de gran tamaño deberán ser puestas sobre las ramas de los árboles, y no sobre el tronco, se recomienda que el diámetro sea mayor a 25 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) y por último serán sujetadas al tronco lo más firme posible, para que no sean removidas y enraícen con facilidad.
- Plantas terrestres: Las plantas terrestres serán transportadas al sitio de trasplante sin ser sacadas de los potes o bolsas para evitar el maltrato de sus raíces. En el sitio de siembra con la ayuda de piquetas y coas se hará un hoyo más grande que el volumen de las raíces para evitar daños en las mismas. Se introducirá la planta en el espacio y se rellenará con tierra (preferiblemente de la zona boscosa) hasta que quede estable.

Las actividades de reubicación de especies epifitas, solo deberá ser realizada por personal entrenado en trabajos de altura y el tiempo de monitoreo de las plantas trasplantadas se determinará de acuerdo al tiempo de adaptación y recuperación que cada especie presentó en el vivero.

Todas las especies reubicadas serán georeferenciadas y monitoreadas semestralmente y se anotará cualquier situación observada. Esta información permitirá evaluar la respuesta de las especies al trasplante; midiéndose la supervivencia, mortalidad y posibles causas de éstas.

Para la ejecución de las actividades de reubicación se incorporará un profesional en biología, con experiencias en proyectos de manejo de viveros, rescate y reubicación de flora.

Los equipos que serán utilizados para realizar el rescate y reubicación de la flora correspondiente serán: varas de colecta, tijeras de podar pequeña, machetes, pala de jardinería, bolsas plásticas, papel periódico, binoculares, cámara fotográfica, GPS, marcador, manguera, regadera, cinta reflectiva, escalera y vehículo para transportar las plantas.

2.120 EN LA PÁGINA 10-261 EN EL PUNTO 10.10. PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y DE CIERRE/POST CIERRE (ABANDONO) SE INDICA "... LA EJECUCION DE LAS ACTIVIDADES DE CIERRE FINAL TENDRÁ UNA DURACIÓN DE DOS AÑOS, QUE SE INICIARÁN EN EL 2021 Y FINALIZARÁ EN EL 2023", MIENTRAS QUE EN LA PÁGINA 10-265 EN EL PUNTO 10.10.4. PATIO DE LIXIVIACIÓN SE INDICA "... SE ESPERA UN TIEMPO DE 2.3 AÑOS APROXIMADAMENTE PARA LIMPIAR LA PILETA DE LIXIVIACIÓN; ESTO PERMITE QUE HAYA UN PERIODO DE DRENAJE DE LAS ÚLLTIMAS AGUAS USADAS PARA EL LAVADO DE LA PILA". ACLARAR CÓMO LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CIERRE VA A TENER UNA DURACIÓN DE DOS AÑOS TOMANDO EN CONSIDERACIÓN QUE LA LIMPIEZA DE LA PILETA DE LIXIVIACIÓN ES DE 2.3 AÑOS.

Las actividades de cierre y post-cierre inician en los últimos años de operación y se extiende hasta tres años después de concluir la operación, sin embargo los monitoreo químicos y físico se mantendrán hasta cinco años después de finalizadas las actividades de operación de la mina.

Las actividades de cierre y post cierre se realizaran de manera progresiva, es decir que se cerraran procesos, infraestructuras e instalaciones aun cuando el proyecto se encuentra en operación. Estas operaciones se iniciaran durante los dos últimos años de operación.

2.121 PRESENTAR LAS COORDENADAS DE LOS NACIMENTOS DE LAS QUEBRADAS, EN UTM (ESPECÍFICANDO EL DATUM), UBICADAS DENTRO DE LOS POLÍGONOS CORRESPONDIENTES A LAS FACILIDADES DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN Y AL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL; E INDICAR SI EN EL DISEÑO DEL PROYECTO SE CONTEMPLÓ RESPETAR LO QUE DICTA EL NUMERAL 1, DEL ARTÍCULO 23, DE LA LEY 1 DE 3 DE FEBRERO DE 1994, "POR LA CUAL SE ESTABLECE LA LEGISLACIÓN FORESTAL EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES".

Coordenadas

MARICELA ESTE: 551,332.424 NORTE: 833,763.599 WGS84 (HLF)

CHONTAL ABAJO 551,727.115 834,960.827 (WRD)

Efectivamente el diseño, del proyecto ha considerado lo estipulado en el artículo 23 numeral 1 de la Ley Forestal que estipula lo siguiente:

Artículo 23 numeral 1.

1. Las áreas que bordean los ojos de agua que nacen en los cerros en un radio de doscientos (200) metros, y de cien (100) metros si nace en terrenos planos.

2.122 PRESENTAR NUEVAMENTE EL CAPÍTULO 5 DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, YA QUE DURANTE SU EVALUACIÓN SE DETECTARON MÚLTIPLES ERRORES EN LA REDACCIÓN, DANDO A ENTENDER QUE DICHO CAPÍTULO FUE TRADUCIDO DE UN DOCUMENTO ORIGINAL EN OTRO IDIOMA QUE NO ES EL CASTELLANO.

El Capitulo 5 Descripción del Proyecto se encuentra como anexo 3.1 de este documento.

3. ANEXOS

3.1 CAPITULO 5

3.2 CAPITULO 9

3.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

3.4 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD DEL HLF Y WRD

3.5 PLAN DE MANEJO DE AGUA

3.6 ESTUDIO SISMICO

3.7 MODELACION DE RUIDO

3.8 MODELACION DE GASES Y VAPORES

3.9 REPORTE FINAL DE GEOQUIMICA

3.10 OPCIONES DE DISEÑO CONCEPTUAL PARA TRATAMIENTO DE DRENAJE ACIDO DE ROCA

3.11 CONTRATO DE DESARROLLO DE MODELO DE DISPERSIÓN DE EMISIONES DE CALIDAD DE AIRE

3.12 MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE EMISIONES DEL HORNO DE FUNDICIÓN

3.13 MAPA HIDROGRÁFICO DEL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

794
795

ANEXO 3.1

Capitulo 5 Descripción del Proyecto Estudio de Impacto Ambiental

Proyecto Minero Cerro Quema

TABLA DE CONTENIDO

5.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO 5-1

5.1 OBJETIVO DEL PROYECTO Y SU JUSTIFICACIÓN 5-3

5.1.1 Objetivo del Proyecto 5-3

5.1.2 Justificación del Proyecto 5-3

5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO (Ubicación geográfica incluyendo mapa en escala 1:50,000 y coordenadas UTM o geográficas del polígono del proyecto.) 5-5

5.3 LEGISLACIÓN, NORMAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL APLICABLES AL PROYECTO 5-6

5.3.1 Normativa general de la República de Panamá 5-6

5.3.2 Normativa en temas mineros aplicables 5-7

5.3.3 Normativa ambiental aplicable 5-8

5.3.4 Legislaciones legales sobre reconocimiento arqueológico 5-18

5.3.5 Otras legislaciones aplicables al Proyecto: 5-19

5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO 5-24

5.4.1 Planificación (Exploración) 5-24

5.4.2 Construcción/Ejecución 5-45

5.4.3 Operación 5-70

5.4.4 Cierre/Post Cierre del Proyecto (Abandono) 5-81

5.4.5 Cronograma y Tiempo de Ejecución de Cada Fase del Proyecto 5-93

5.5 INFRAESTRUCTURA A DESARROLLAR Y EQUIPO A UTILIZAR 5-95

5.5.1 Infraestructura a desarrollar 5-96

5.5.2 Equipos a desarrollar 5-123

5.6 NECESIDADES DE INSUMOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN 5-127
5.6.1 Servicios básicos 5-127
5.6.2 Mano de obra, empleos directos e indirectos generados 5-127
5.6.3 Requisitos de materiales e insumos 5-130
5.7 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS EN TODAS LAS FASES 5-137
5.7.1 Sólidos 5-137
5.7.2 Líquidos 5-137
5.7.3 Gaseosos 5-141
5.7.4 Peligrosos 5-141
5.8 CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE SUELO 5-144
5.9 MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN 5-149
5.9.1 Costo de capital 5-149
5.9.2 Costo de operación 5-149
5.10 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 5-151
5.10.1 Opciones de Configuración de WRD para La Pava 5-151
5.10.2 Opciones de Configuración de WRD para Quemita 5-153
5.10.3 Opciones preferidas WRD 5-159
5.10.4 Opciones de Configuración del HLF 5-161

Lista de Tablas

Tabla 5.4-1: Programa de perforaciones 2012-2013 5-27
Tabla 5.4-2: Programa de perforaciones. Intersecciones significantes – La Pava 5-36
Tabla 5.4-3: Programa de perforaciones. Intersecciones significantes - Quemita. 5-40
Tabla 5.4-4: Reservas de mineral del Proyecto 5-45

Tabla 5.4-5: Capacidad de los tubos de recolección terciaria 5-54
Tabla 5.4-6: Volúmenes de almacenamiento de estanque 5-60
Tabla 5.4-7: Resumen de las propiedades de los materiales utilizados para el análisis de estabilidad de taludes..... 5-67
Tabla 5.4-8: Comparación de los FS calculados con los criterios de estabilidad de diseño..... 5-68
Tabla 5.4-9: Cantidad de extracción en el Tajo La Pava..... 5-73
Tabla 5.4-10: Cantidad de extracción en el Tajo Quemita 5-73
Tabla 5.4-11: Producción de tajos a cielo abierto 5-76
Tabla 5.4-12: Criterios para el Diseño del depósito de material estéril 5-81
Tabla 5.4-13: Cronograma de construcción del Proyecto 5-93
Tabla 5.4-14: Cronograma de actividades de operación..... 5-94
Tabla 5.4-15: Cronograma de la operación de extracción en los tajos 5-95
Tabla 5.4-16: Cronograma de Abandono y Cierre del Proyecto..... 5-95
Tabla 5.5-1: Listado de equipos mineros y de soporte..... 5-125
Tabla 5.6-1: Requerimiento de mano de obra durante operación 5-128
Tabla 5.6-2: Cantidades de viajes de materiales e insumos de construcción 5-130
Tabla 5.6-3: Tabla comparativo de consume de cianuro de sodio en minas de oro 5-132
Tabla 5.6-4: Insumos para el arranque de operación (año 1) 5-135
Tabla 5.6-5: Insumos durante operación (años 2 al 5)..... 5-136
Tabla 5.7-1: Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas – Condiciones húmedas anuales de 1 en 100 5-143
Tabla 5.8-1: Contratos de concesión del Proyecto..... 5-145
Tabla 5.9-1: Cuadro resumen de la inversión del Proyecto..... 5-149
Tabla 5.9-2: Costos de operación promedio del Proyecto..... 5-150
Tabla 5.10-1: Resumen Comparativo de la Opción de La Pava 5-153
Tabla 5.10-2: Resumen Comparativo de la opción de Quema..... 5-159
Tabla 5.10-3: Resumen de comparación de opciones de HLF. 5-164

Lista de Figuras

Figura 5.1-1: Facilidades mineras principales 5-1
Figura 5.1-2: Plano general del sitio del Proyecto Minero (Coordenadas UTM) 5-2
Figura 5.4-1: Facilidades del Proceso de Lixiviación 5-47
Figura 5.4-2: Fase 1 de desarrollo del patio de lixiviación 5-48
Figura 5.4-3: Fase 2 de desarrollo de patio de lixiviación 5-49
Figura 5.4-4: Flujograma de proceso minero 5-72
Figura 5.4-5: Tajo La Pava 5-74
Figura 5.4-6 Tajo Quemita 5-75
Figura 5.4-7 Camino de acarreo del Tajo La Pava 5-78
Figura 5.4-8: Deposito de roca estéril Chontal 5-79
Figura 5.5-1: Facilidades Mineras Principales 5-96
Figura 5.5-2: Facilidades auxiliares 5-98
Figura 5.5-3: Plataforma de facilidades mineras 5-100
Figura 5.5-4: Balance de agua proceso de lixiviación 5-115
Figura 5.7-1. Descarga de efluentes 5-139
Figura 5.8-1: Certificación del MICI de contratos de MCQSA con el estado Panameño. 5-145
Figura 5.8-2: Concesiones del Proyecto Minero Cerro Quema 5-147
Figura 5.8-3: Mapa de ubicación de áreas protegidas 5-148

Lista de Gráficos

Gráfico 5-1: Requerimiento de camiones volquete por año 5-125

ANEXOS

5.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO

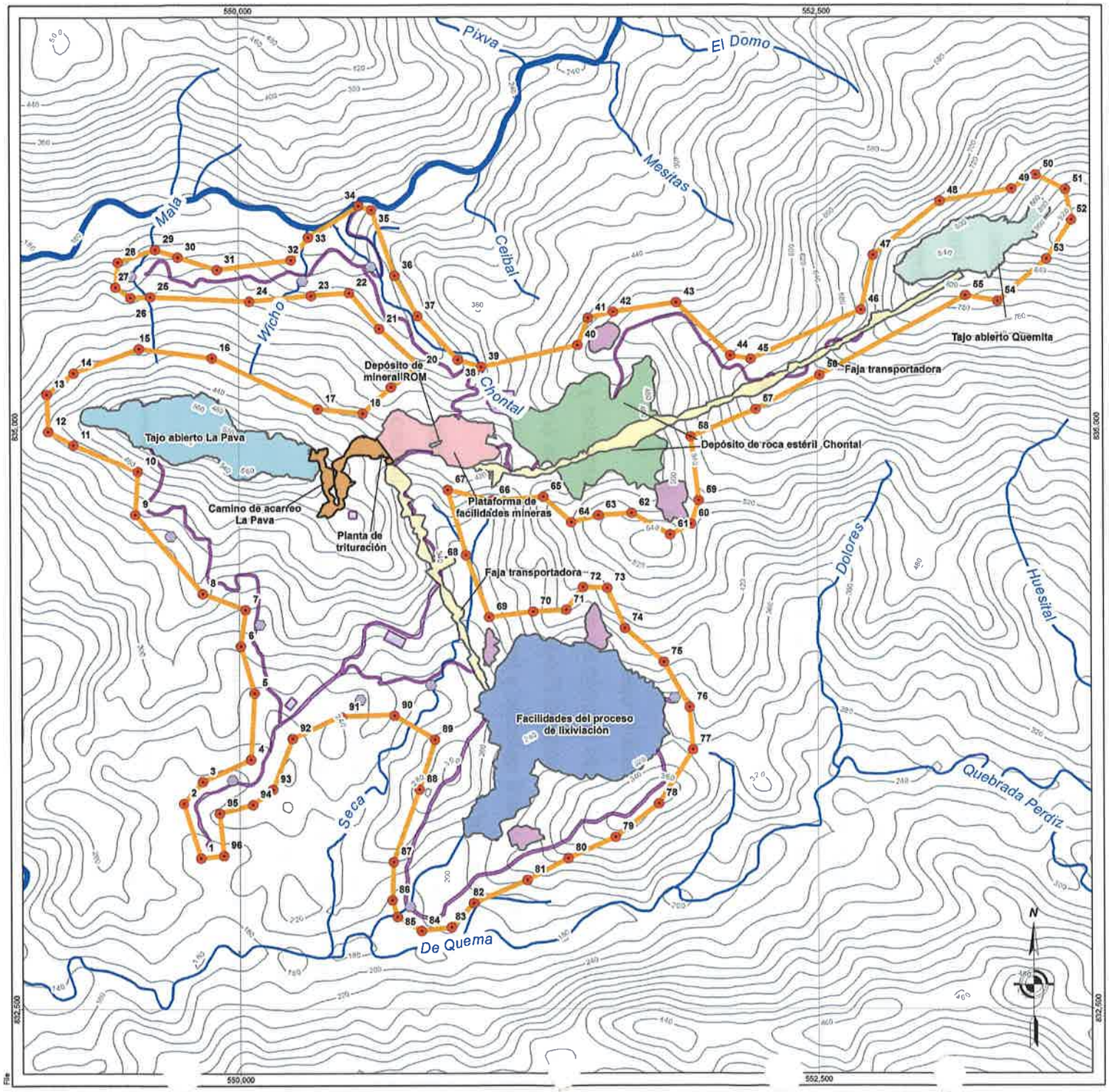
El Proyecto Minero Cerro Quema (el Proyecto) consistirá de una mina a tajo abierto convencional, en la que se utilizaran cargadores frontales y camiones para el transporte de materiales con una instalación de lixiviación de 10,000 toneladas diarias. El procesamiento en Cerro Quema se realizará mediante patios de lixiviación convencionales de mineral triturado apilado en una sola plataforma. El oro se lixiviará del material mineralizado con una solución diluida de cianuro y se recuperará de la solución usando una planta de recuperación de adsorción - desabsorción de carbono para producir barras de doré. En la Figura 5.1-1 se muestran las principales características de la disposición de las instalaciones del Proyecto, incluyendo los tajos abiertos, el depósito de roca estéril, el patio de almacenamiento de mineral ROM (ROM por sus siglas en inglés para Run-of-mine, se refiere al mineral tal como sale de los tajos abiertos o labores subterráneas dependiendo del método de minado), el patio de lixiviación, la planta de procesamiento y las instalaciones asociadas.

El Proyecto también incluye la elaboración y la implementación de:

- planes de manejo, control y mitigación de los impactos ambientales durante las etapas de construcción, operación y cierre;
- un plan completo de manejo de aguas para interceptar y separar el agua que podría discurrir hacia el área del Proyecto, proveniente de áreas sin alteraciones (aguas sin contacto), y para colectar y tratar aguas con contacto y filtraciones provenientes de las áreas con alteraciones;
- planes de manejo para todos los residuos producidos; y
- un plan de cierre que rehabilitará la tierra para un uso final adecuado.

El Estudio de Pre factibilidad del Proyecto Minero (Junio 2014) se presenta en la sección de Anexos, el mismo proporciona una descripción detallada del Proyecto, los estudios de diseño y medidas de manejo.

Figura 5.1-1: Facilidades mineras principales



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Quebradas
- Ríos
- Curvas de nivel cada 20 metros
- Huella del Proyecto Minero
- Facilidades auxiliares

Facilidades mineras principales

- Camino de acarreo La Pava
- Depósito de roca estéril Chontal
- Depósito de suelo orgánico
- Facilidades del proceso de lixiviación
- Faja tansportadora
- Plataforma de facilidades mineras
- Tajo abierto La Pava
- Tajo abierto Quemita

ESCALA 1:10,500

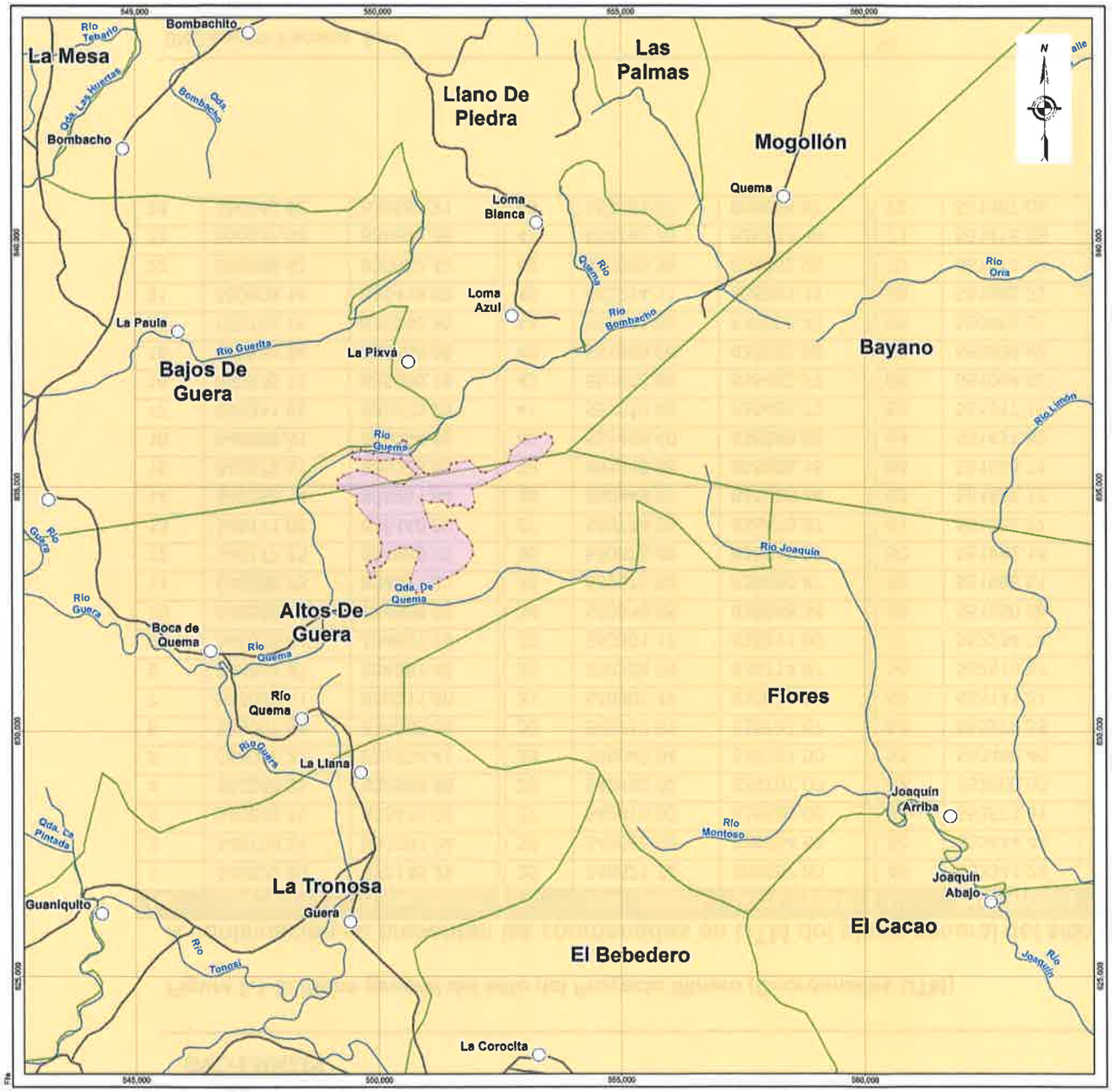
APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.			
ELABORADO POR: Knapp, Cassiday & Associates	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA			
PRESENTADO POR: EHC + LAVALIN PANAMA, S.A.	TÍTULO: MAPA DE FACILIDADES MINERAS PRINCIPALES			
	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001	REVISIÓN: VF00		
	DISEÑO DIS: J.C.G.	FECHA: DIC 2014	Nº: 5.5-1	
	RESPONSABLE: C.A.S.	FECHA: DIC 2014		
	APROBACIÓN: E.D.A.	FECHA: DIC 2014		

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000, Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2001
- Datum WGS84, Zona 17 Norte

Figura 5.1-2: Plano general del sitio del Proyecto Minero (Coordenadas UTM)

A continuación se presentan las coordenadas en UTM del plano general del sitio del Proyecto:

No	Este_WGS84	Norte_WGS8	No	Este_WGS84	Norte_WGS8	No	Este_WGS84	Norte_WGS8	No	Este_WGS84	Norte_WGS8
1	549832.85	833146.39	25	549621.72	835557.80	49	553341.24	836022.94	73	551591.81	834305.27
2	549758.24	833381.34	26	549535.99	835554.63	50	553444.43	836083.27	74	551668.01	834132.22
3	549840.79	833475.00	27	549470.90	835599.08	51	553573.01	836019.77	75	551836.29	833987.76
4	550050.35	833568.66	28	549482.02	835707.03	52	553600.00	835889.60	76	551944.23	833794.09
5	550066.22	833854.41	29	549643.94	835761.00	53	553490.46	835721.32	77	551958.52	833611.53
6	550007.48	834056.03	30	549737.61	835727.67	54	553279.33	835540.34	78	551814.06	833379.75
7	550028.11	834211.60	31	549907.47	835673.69	55	553141.21	835564.15	79	551625.14	833235.29
8	549843.97	834281.45	32	550226.56	835714.97	56	552510.97	835222.84	80	551421.94	833144.80
9	549555.04	834621.18	33	550301.17	835811.80	57	552234.74	835075.20	81	551244.15	833051.13
10	549566.16	834806.92	34	550518.66	835948.34	58	551950.58	834957.73	82	551012.37	832952.71
11	549286.76	834921.21	35	550575.80	835930.87	59	551985.51	834683.09	83	550917.12	832849.53
12	549177.75	834980.22	36	550675.82	835648.30	60	551952.18	834581.49	84	550786.95	832833.65
13	549171.66	835140.03	37	550774.25	835473.67	61	551863.27	834535.45	85	550682.17	832893.98
14	549289.14	835231.84	38	550948.87	835286.34	62	551698.17	834627.52	86	550659.94	832965.41
15	549572.51	835335.82	39	551048.88	835256.18	63	551553.71	834618.01	87	550666.29	833128.93
16	549885.51	835294.55	40	551466.40	835349.85	64	551437.82	834587.84	88	550779.01	833440.08
17	550341.65	835075.20	41	551510.85	835465.73	65	551317.17	834697.38	89	550936.17	833654.39
18	550536.12	835056.16	42	551618.80	835492.72	66	551094.92	834681.50	90	550666.29	833852.82
19	550659.94	835168.86	43	551890.26	835533.99	67	550904.42	834727.54	91	550467.86	833833.78
20	550782.18	835260.95	44	552123.62	835305.40	68	550982.21	834446.55	92	550229.73	833659.15
21	550609.14	835419.69	45	552214.11	835291.11	69	551082.22	834179.86	93	550144.00	833440.08
22	550496.43	835632.42	46	552690.36	835502.25	70	551271.13	834203.66	94	550058.28	833374.99
23	550337.68	835602.26	47	552742.75	835737.19	71	551415.59	834211.60	95	549913.82	833338.48
24	550040.82	835583.21	48	553031.67	835968.97	72	551487.04	834308.44	96	549931.28	833157.50



CUADRO DE COORDENADAS DE LA HUELLA DEL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Punto	Este_WGS84	Norte_WGS84
1	549832.86	833142.39
2	549758.34	833351.34
3	549640.78	833475
4	550060.30	833968.88
5	550096.22	833854.41
6	550007.46	834056.03
7	550029.11	834211.6
8	549943.97	834261.45
9	549555.04	834621.18
10	549566.16	834806.92
11	549286.76	834931.21
12	549177.75	834960.32
13	549171.66	835140.03
14	549259.14	835231.84
15	549572.81	835238.82
16	549985.81	835294.55
17	550041.65	836076.2
18	550036.12	835956.16
19	550039.84	835108.88
20	550782.19	835260.95
21	550809.14	835418.69
22	550486.43	835652.43
23	550337.68	835802.26
24	550040.82	835883.21
25	549621.72	835857.6
26	549035.99	835504.83
27	549470.6	835599.08
28	549482.02	835707.03
29	549643.84	835761
30	549737.81	835727.47
31	549607.47	835873.08
32	550236.56	835714.97
33	550391.17	835811.8
34	550518.88	835848.34
35	550578.6	835830.87
36	550675.82	835848.3
37	550774.25	835473.67
38	550848.87	835286.34
39	551048.88	835256.19
40	551468.4	835349.85
41	551510.85	835465.73
42	551618.8	835492.72
43	551990.26	835533.99
44	552123.62	835305.4
45	552214.11	835281.11
46	552695.39	835802.25
47	552742.76	835737.13
48	553031.67	835968.97
49	553341.24	836022.94
50	553444.45	836063.27
51	553673.01	836018.77
52	553600	835889.8
53	553480.46	835731.32
54	553279.33	835540.34
55	553141.21	835564.15
56	552810.97	835252.54
57	552234.74	836076.2
58	551950.68	834957.73
59	551985.51	834663.09
60	551902.18	834581.45
61	551963.27	834537.45
62	551888.17	834427.02
63	551553.71	834018.01
64	551437.82	834587.84
65	551317.17	834697.38
66	551064.92	834681.5
67	550904.42	834727.64
68	550667.21	834448.55
69	551082.22	834178.89
70	551271.13	834203.69
71	551415.09	834211.6
72	551487.04	834308.44
73	551591.91	834365.27
74	551698.01	834132.22
75	551636.29	833997.79
76	551844.73	833784.09
77	551958.52	833611.55
78	551814.06	833578.76
79	551825.14	833238.29
80	551421.94	833144.8
81	551344.15	833081.13
82	551012.37	832962.71
83	550617.13	832949.53
84	550786.95	832933.65
85	550682.17	832893.98
86	550639.94	832965.41
87	550668.29	833126.93
88	550779.01	833493.06
89	550838.17	833684.33
90	550668.29	833852.82
91	550487.98	833833.79
92	550329.79	833650.18
93	550144	833440.06
94	550058.26	833374.99
95	549913.82	833338.48
96	549931.28	833157.5

MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Huella del Proyecto
- Poblados
- Caminos
- Límite de Corregimiento
- Rios

ESCALA 1:80,000

Minera Cerro Quema S.A.

MCQSA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO

CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001		REVISIÓN:	VF00
DISEÑADO	J.O.G.	FECHA	ENE 2014	Nº: 5.2-1
REVISADO	O.A.B.	FECHA	ENE 2015	
APROBADO	E.D.A.	FECHA	ENE 2015	

Fuente IGN: Cartografía Nacional Escala 1:50 000 Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación: Junio 2002 Datum WGS84 Zona 17 Norte

5.1 OBJETIVO DEL PROYECTO Y SU JUSTIFICACIÓN

5.1.1 Objetivo del Proyecto

MCQSA tiene como política utilizar las mejores prácticas de cuidado ambiental y tecnologías económicamente factibles, para explorar, desarrollar y explotar yacimientos minerales, así como propiciar el desarrollo sostenible de las regiones donde realiza sus operaciones.

Enmarcado en esta política, el objetivo del Proyecto es desarrollar una mina de oro con los más altos estándares técnicos y operativos, generando valor agregado de manera sustancial para beneficio de sus accionistas, trabajadores, comunidades aledañas y del país, protegiendo al mismo tiempo la seguridad y salud de sus empleados, el medio ambiente y las comunidades aledañas.

5.1.2 Justificación del Proyecto

El yacimiento minero Cerro Quema tiene un alto potencial minero, sin embargo MCQSA se ha enfocado en extraer y procesar solo la parte superficial, del mismo, de manera que el diseño y el método de explotación de la mina sean amigables con el ambiente ya que solo se extraerán los óxidos.

El Proyecto se justifica ambientalmente por las siguientes razones:

- La geología del mineral a extraer, óxidos de oro, son de características porosas y permeables lo que facilitará el procesamiento metalúrgico por medio de patios de lixiviación. Así mismo, esta característica del mineral permitirá que los procesos de minado sean mecánicos y con la menor necesidad de usar explosivos.
- Debido a las características topográficas del lugar, se ha previsto transportar el mineral desde el tajo Quemita a través de las fajas transportadoras. De esta manera se minimizará la perturbación de áreas, el impacto sobre la fauna y la generación de emisiones de material particulado y fuentes móviles.

- El circuito de procesos es cerrado, de manera que se optimice el uso de agua e insumos de producción, resultando en reutilización de las soluciones y minimizando las descargas.
- El diseño del patio de lixiviación contará con tuberías subterráneas recolectoras de aguas sin contacto y un sistema de detección de fugas. Así mismo, su construcción seguirá estrictos controles de calidad.
- Se han diseñados canales de derivación de agua pluvial para evitar el contacto con el depósito de roca estéril y el patio de lixiviación.

Por otro lado, el Proyecto generará un significativo número de puestos de trabajo e ingresos para los panameños, ya que ayudará a que las personas de escasos recursos cuenten con una economía más sostenible, a través de capacitación, oportunidades de empleo, sueldos y beneficios relacionados. El Proyecto contribuirá también al crecimiento de las oportunidades de negocio que se originen a partir de la creciente demanda de bienes y servicios generada por el Proyecto, lo cual finalmente ayudará a atraer nuevas inversiones a Panamá.

Finalmente, el Proyecto está respaldado por un Estudio de Pre-factibilidad, el cual cuenta a su vez con varios estudios de diseño de las facilidades principales del Proyecto, estudios metalúrgicos, estudios ambientales, geoquímicos, hidrológicos, hidrogeológicos y socio-económicos. Toda esta información demuestra y concluye que el Proyecto es económico, ambiental y socialmente viable.

5.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO (UBICACIÓN GEOGRÁFICA INCLUYENDO MAPA EN ESCALA 1:50,000 Y COORDENADAS UTM O GEOGRÁFICAS DEL POLÍGONO DEL PROYECTO.)

MCQSA posee derechos de concesión minera (la Concesión) exclusivos para la extracción de oro y plata de acuerdo con tres contratos con el Estado para la concesión de un total de 14,893 hectáreas (Contratos N° 19, 20 y 21 del 1997), los cuales otorgan los derechos exclusivos para la extracción de minerales metálicos Clase IV (oro y plata) por un período de 20 años. La Concesión se localiza dentro de la Península de Azuero entre los Distritos de Tonosí y Macaracas, en la Provincia de Los Santos, República de Panamá, aproximadamente a 45 kilómetros (km) al suroeste de la ciudad de Chitré y a casi 250 km por carretera de la Ciudad de Panamá (Figura 5.2-1). El área propuesta para la mina y proceso de lixiviación de oro, se desarrollará dentro de la Concesión, en un área máxima de 480.89 ha (Huella del Proyecto). Es decir 3.29 % del área de concesión minera será utilizada para albergar las facilidades del Proyecto. El acceso actual a la Concesión, es a través de la Carretera Interamericana en dirección de Ciudad de Panamá hacia Chitré (la capital de la Provincia de Herrera). Dicha carretera es una vía asfaltada y transitable durante todo el año y llega hasta Tonosí. Sin embargo, el acceso desde la Comunidad de Río Quema hacia el área del Proyecto es a través de un camino compactado (capa base).

Ver en Figura 5.1.2 Mapa de Localización del proyecto en escala1:50,000 que incluye las coordenadas UTM del polígono del proyecto.

5.3 LEGISLACIÓN, NORMAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL APLICABLES AL PROYECTO

Debido a que la actividad propuesta para el Proyecto está incluida en la lista taxativa en el sector Minería bajo el CIIU 1310 "Extracción de minerales metálicos y no metálicos, canteras, trituradoras de minerales no metálicos" del Artículo 16 del Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, la ejecución del Proyecto requerirá de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental Categoría III.

En ese sentido, se ha realizado la identificación y análisis de la normativa aplicable a las condiciones del Proyecto. En tal sentido, se han considerado como puntos de partida lo establecido en la Constitución de la República, las normas ambientales de todas las instituciones involucradas en el Proyecto, la normativa específica en materia de aguas residuales, ruido, material particulado, fauna y flora, entre otras. Adicionalmente se incluyen legislaciones locales (municipales y regionales aplicables) que puedan dar lineamientos de trabajo durante la construcción, operación y abandono del Proyecto.

5.3.1 Normativa general de la República de Panamá

La cual establece en su Artículo 118, Capítulo 7 del Título III "que la población viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en donde el aire, agua y los alimentos satisfagan los requerimientos de desarrollo adecuado de la vida humana". El Artículo 119 establece que el estado y todos los habitantes del territorio Nacional, tienen como deber propiciar un desarrollo social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantengan el equilibrio y eviten la destrucción de los ecosistemas.

Asimismo, la Constitución Nacional de la República de Panamá establece en el Capítulo Séptimo del Título Tercero, en los artículos del 118 al 121 la definición del Régimen Ecológico, en el cual se enuncia lo siguiente:

- Artículo 118: "Es deber fundamental del Estado garantizar que la población panameña viva en un ambiente sano y libre de contaminación, en donde el aire, el

agua y los alimentos satisfagan los requerimientos del desarrollo adecuado de la vida humana".

- Artículo 119: "El Estado y todos los habitantes del territorio Nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo social y económico, que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio y evite la destrucción de los ecosistemas".
- En ese mismo sentido, los Artículos 120 y 121 determinan que es responsabilidad del gobierno panameño reglamentar, fiscalizar, y aplicar las medidas necesarias para la implementación de las mismas.
- Ley No. 14 de 2010, "Que Adopta el Código Penal". En ella se establece lo siguiente :

Quien infringiendo las normas de protección del ambiente establecidas destruya, extraiga, contamine o degrade los recursos naturales, será sancionando con prisión de tres a seis años. El promotor o el concesionario que incumpla con lo establecido en los estudios de impacto ambiental, auditorías ambientales o programas de adecuación y manejo ambiental, planes de manejo ambientales, planes de manejo forestales, inventarios forestales u otros documentos de naturaleza similar aprobados por la Autoridad Nacional del Ambiente, o la resolución que los aprueba, será sancionado con prisión de dos a cinco años.

  - TITULO XIII, Delitos contra el Ambiente y el Ordenamiento Territorial. Capítulo I, Delito contra los Recursos Naturales. Artículos 399 al 408
  - TITULO XIII, Delitos contra el Ambiente y el Ordenamiento Territorial. Capítulo III, Delitos de tramitación, Aprobación y cumplimiento Urbanísticos Territorial. Artículos 412 al 420.

5.3.2 Normativa en temas mineros aplicables

- Decreto Ley No. 23 de 22 de agosto de 1963. GO 15,162

Actividades de exploración y extracción de recursos minerales en el territorio nacional.

- Ley No. 109 de 8 de octubre de 1973. GO No. 17,520

Actividades de exploración y explotación de minerales no metálicos (piedra caliza, arena, piedra de cantera, tosca, arcilla, coral1, cascajo, feldespato, yeso y otros minerales no metálicos) utilizados como materiales de construcción, cerámicos, refractarios y metalúrgicos.

- ❑ Ley No. 3 de 28 de enero de 1988. GO No. 20,985

Actividades de exploración y extracción de recursos minerales en el Territorio Nacional.

- ❑ Ley No. 32 de 09 de febrero de 1996. GO No. 22,975

Extracción de minerales no metálicos en el territorio nacional.

5.3.3 Normativa ambiental aplicable

- ❑ Ley General de Ambiente, Ley 41

En cuyo título IV, Capitulo II, artículos 23 al 31 enuncia todos los requerimientos del proceso de Evaluación Ambiental a la hora de aprobarse la ejecución de un Proyecto específico. Dado que el Proyecto cae dentro de una de las categorías.

- ❑ Ley Nº 1 del 3 de febrero de 1994

Por la cual se establece la Legislación Forestal de la República de Panamá.

Se presenta esta ley como un estamento legal positivo para el desarrollo forestal sostenible de la nación. La misma, tiene como finalidad la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales de la República. La Ley Forestal se distingue como la primera norma jurídica que considera, en su Artículo 7, a los EsiA como requisitos previos a la realización de actividades, obras o Proyectos que pudieran ocasionar deterioro al ambiente. Artículos 23,24 y 25 referente a la protección de la cobertura boscosa en las riberas de acuíferos.

- ❑ Ley 30, de 30 de diciembre de 1994 Reforma al Artículo 7 de la Ley 1

Esta Ley exige un estudio de impacto ambiental a todo Proyecto o actividad humana que deteriore o afecte el medio natural. Además, el Artículo 1 de esta Ley reforma el

Artículo 7 de la Ley Forestal, el cual indicaba, en términos generales, que los EsIA deberían ser elaborados por profesionales idóneos en ciencias forestales. Sin embargo, con la modificación realizada en la Ley 30, los EsIA podrán ser elaborados por profesionales idóneos en ciencias afines al régimen ecológico.

- ❑ Decreto Ejecutivo 123 de Agosto 2009
  - Título II, articulo 15 que establece "Los nuevos Proyectos, obras o actividades, y las modificaciones de los ya existentes, en sus fases de planificación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje, mantenimiento, y operación, que ingresarán al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son los indicados en la lista contenida en el Artículo 16 de este Reglamento y aquellos que la ANAM determine de acuerdo al riesgo ambiental que puedan ocasionar;
  - Título II Artículo 16 se incluye la lista taxativa de las actividades que han de requerir un EsIA, siendo aplicable al desarrollo de este Proyecto en cuanto a la parte de Sector Minería;
  - Capítulo I del Título III señala en sus Artículos 22 y 23, aquellos criterios de protección ambiental que deben ser tomados en cuenta para determinar la categoría del Estudio de Impacto Ambiental;
  - Artículo 24 del Capítulo II, se describen las tres categorías de EsIA determinadas por la ANAM;
  - Los Artículos 25, 26 y 27 hacen referencia a los contenidos mínimos y términos de referencia generales requeridos para los EsIA;
  - Artículos 28 al 37 se ocupan de lo relacionado a la participación ciudadana.
- ❑ Decreto Ejecutivo 155 de 5 de agosto de 2011

El presente Decreto Ejecutivo modifica el último párrafo del artículo 18, el numeral 1 del artículo 29, los artículos 33, 34 y 35, el artículo 41, los párrafos segundo y tercero del artículo 42, el primer párrafo del artículo 43 y los artículo 46 y 47, y adiciona un último párrafo al artículo 20 del Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009.

- ❑ Resolución Nº 124 del 20 de marzo de 2001

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 sobre higiene y seguridad industrial para la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. Gaceta Oficial Nº 24.303, 17 de mayo de 2001.

Establece medidas para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas, que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la vida o la salud de los trabajadores; así como los niveles máximos permisibles de concentración de dichas sustancias, de acuerdo al tipo de exposición.

- Resolución Nº 506 del 6 de octubre de 1999
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000. Que regula las condiciones de higiene y seguridad en Ambientes de trabajo donde se genere ruido.

Dicho Reglamento establece, las medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores; así como la correlación entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

Este Reglamento es aplicable a toda persona natural o jurídica, pública o privada que en cuyo centro de trabajo se generen o transmitan ruidos capaces de alterar la salud de los trabajadores.

En su Sección 3, se hace referencia a que los propietarios de los establecimientos deberán regirse por las medidas fijadas por el Ministerio de Salud para evitar y corregir los efectos adversos y molestias ocasionadas por la exposición a ruidos.

También hace mención que no se permitirá, en ningún período de tiempo, exposiciones a ruidos que excedan los 130 decibeles, si no cuentan con equipo de protección.

Por otra lado, la Sección 4 se refiere a los deberes que debe tener el empleador con relación a los daños a la salud originados por ruido, a las características del ruido y sus componentes de frecuencia; además deben suministrar a sus trabajadores los equipos

de protección personal sin costo alguno y mantener actualizado el expediente de registro de los niveles sonoros para ser mostrado a las autoridades del Ministerio de Salud si así lo requieren.

- ❑ Resolución AG-0466-2002 de 20 de septiembre de 2002

"Solicitud de permiso para descargas de aguas usadas o residuales". Por la cual se establecen los requisitos para iniciar el trámite de solicitud para descarga de aguas residuales o usadas en cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas ante la Autoridad Nacional del Ambiente.

En su artículo segundo establece, que los establecimientos emisores que realicen descargas de aguas residuales/usadas deberán caracterizar sus efluentes de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 35-2000.

- ❑ Ley 8, de 7 de junio de 1991

"Prohibición de la importación de desechos tóxicos o contaminantes al territorio de la República de Panamá". Por la cual se declara que queda prohibida la importación de cualquier forma de desechos tóxicos o contaminantes al territorio de la República de Panamá.

- ❑ Ley Nº 6 de 1 de enero de 2007

Que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.

- ***Artículo 3***. Se prohíbe la disposición de los residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética y sus envases usados, en tanques o recipientes de basura municipal o doméstica, así como en el suelo, en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, en sistemas sépticos y en sistemas de alcantarillado municipal, privado o nacional, o en cualquier otro lugar donde puedan contaminar el ambiente o a las personas.
- ***Artículo 9***. Las personas naturales o jurídicas que recolecten o transporten los materiales regulados en la presente Ley dentro del territorio nacional,

deberán recibir capacitación para el manejo y respuesta a emergencias de estos materiales. Esta capacitación será realizada según las disposiciones dictadas por las autoridades competentes.

- ***Artículo 10***. Los contenedores y los vehículos de transporte deberán estar señalizados y contar con los equipos de seguridad necesarios para dar respuesta a emergencias, y, como mínimo, contarán con extintores apropiados, material absorbente para derrames, ropa de seguridad para los conductores y conos y material reflectivo.
- ***Artículo 19***. Las personas naturales o jurídicas que realicen operaciones de tratamiento o disposición final de los materiales regulados en la presente Ley, entregarán un certificado a los generadores y a los transportistas, a los cuales se les preste el servicio, indicando qué cantidad de estos residuos recibieron para ser tratados o dispuestos finalmente

❑ Decreto Ejecutivo N° 111 de 23 de julio de 1999

"Por el cual se establece el reglamento para la gestión y manejo de los desechos sólidos procedentes de los Establecimientos de Salud" Que el artículo 106 de la Constitución Nacional establece que en materia de salud corresponde primordialmente a el Estado, el desarrollo de las actividades relacionadas con la regulación y vigilancia en el cumplimiento de las condiciones de salud y la seguridad que deben reunir los lugares de trabajo; el Código Sanitario establece que al Ministerio de Salud le corresponderá atender en los temas relacionados con los desechos; Que en el artículo 58 de la Ley N°. 41 de 1 de julio de 1998, la Ley General del Ambiente dispone que es deber del Estado, a través de la autoridad competente, regular y controlar el manejo diferenciado de los desechos domésticos, industriales y peligrosos en todas sus etapas, comprendiendo entre estas, las de generación, recolección, transporte, reciclaje y disposición final. El Estado establecerá las tasas por estos servicios.

❑ Decreto Ejecutivo Nº 38, 3 de junio de 2009

"Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones para Vehículos Automotores". Mediante esta Ley se establece los controles de contaminación del aire ocasionada por

combustible y plomo, especialmente proveniente del uso de vehículos de combustión interna.

Establece la prohibición a partir de 1 de enero de 1997, de la fabricación e importación de pinturas, barnices, tintes y derivados con un contenido mayor que el máximo permitido por el Ministerio de Salud.

Asimismo se indica que "a partir de 1 de enero de 1998 los vehículos de motor de gasolina importados a la República de Panamá deberán poseer sistemas de control de emisión, a fin de que cumplan con los niveles permisibles establecidos por el Ministerio de Salud para reducir de esta manera la contaminación".

Con respecto al uso de gasolina con plomo, se especifica que a partir del año 2002, únicamente se permitirá la venta de gasolina sin plomo. Para realizar el monitoreo de los niveles de contaminación del aire, se instituye mediante esta ley la red de medición y análisis nacional, asignado al Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá los recursos para instalar y mantener la red de monitoreo.

- Decreto Ejecutivo N°. 5 De 4 de febrero de 2009

"Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas". El presente Decreto Ejecutivo tiene por objeto establecer los límites máximos permisibles de emisiones al aire producidas por fuentes fijas con el fin de proteger la salud de la población, los recursos naturales, y la calidad del ambiente, de la contaminación atmosférica. El ámbito de aplicación es todo el territorio de la República de Panamá.

- Ley N°. 35 de 22 de septiembre de 1966. GO No. 15,725

La presente Ley establece que las aguas pertenecen al Estado y son de uso público;

Reglamenta la explotación de las aguas del Estado para su aprovechamiento conforme al interés y bienestar público y social, en cuanto a utilización, conservación y administración respecta; y

Reglamenta el uso provechoso de las aguas.

- Decreto Ejecutivo Nº 70 de 1973

Reglamenta los trámites de concesión de agua para consumo y el contrato correspondiente.

- Resolución N° 351 del 26 de julio de 2000

El Proyecto se acogerá a lo preceptuado en la norma DGNTI-COPANIT- 35-2000. Sobre descargas de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas.

En su Artículo 1, el presente Reglamento Técnico establece como uno de sus objetivos prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas en la República de Panamá, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, que se descargan a cuerpos receptores manteniendo una condición de aguas libres de contaminación y preservando, de esta manera, la salud de la población.

Además, se incluye en este Reglamento algunos requisitos generales sobre las descargas de efluentes líquidos a cuerpos receptores, tales como prohibir las descargas de líquidos explosivos o inflamables; sustancias químicas como plaguicidas; elementos radiactivos; residuos provenientes de establecimientos médicos/salud que no posean el tratamiento adecuado; asimismo, se prohíbe el vertido de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales a cuerpos receptores, si no se cumple con los valores máximos permisibles.

Cabe señalar que en dicho Reglamento se establecen los límites máximos permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, incluyéndose en el mismo, una lista de 49 parámetros con sus valores máximos permisibles.

- Ley Nº 36 de 17 de mayo de 1996

Se prohíbe la utilización de plomo en las pinturas, barnices, lacas. Igualmente para envases, cerámicas se prohíbe la utilización de plomo. Además, se reglamenta las emisiones de CO_2 de los autos y camiones.

- Decreto Ejecutivo Nº 255 de 18 de diciembre de 1998

Se prohíbe el uso de soldadura que contenga plomo en trabajos sobre productos de consumo humano. Se establece los parámetros de contaminantes y niveles máximos permisibles para vehículos a motor y opacidad para vehículos diesel.

- Ley Nº 2 de 3 de enero de 1989 - Convenio de Viena

Protección de la capa de ozono con miras a la protección de la salud humana y medio ambiente y control de CFC.

- Ley Nº 7 de 3 enero de 1989 - Protocolo de Montreal

Reglamenta el cumplimiento de los acuerdos del Protocolo de Montreal en el uso de CFC.

- Ley Nº 88 de 30 noviembre de 1998 - Protocolo de Kioto

Se reglamenta el cumplimiento de los acuerdos del Protocolo de Kioto. Reducción de emisiones de CO2, CH4, NO2, HFC, PFC etc.

- Resolución N°. 352 de 26 de julio de 2000, se aprobó el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000

"Agua, Usos y Disposición Final de Lodos". El objetivo es proteger la salud de la población, los recursos naturales, el medio ambiente, y aprovechar una valiosa fuente de elementos nutritivos para ser utilizado en la actividad agropecuaria en la República de Panamá.

Este reglamento establece normas para el uso de los lodos (incluye los límites máximos), carga contaminante máxima, confinamiento de lodos y prohibiciones entre otros aspectos.

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-1999

Agua, reutilización de las aguas residuales tratadas. Establece los lineamientos para una Producción más Limpia e indica incentivos económicos ambientales para el desarrollo de la misma.

- Resolución. AG - 0051-2008

"Por la cual se reglamenta lo relativo a las especies de fauna y flora amenazadas y en peligro de extinción, y se dictan otras disposiciones". Declara a 433 especies de animales silvestres como amenazados y dentro de algunas de las siguientes Categorías de Protección: Peligro Crítico (CR); En Peligro (EN); Vulnerable (VU); Riesgo Menor (LR) y Datos Insuficientes (DD). Por otra parte, incluye a más de 1,000 especies de plantas como amenazadas.

- Resolución AG- 0292- 2008

"Por la cual se establecen los requisitos para los Planes de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre" En su Artículo 1, dicha Resolución advierte que los EsIA categoría II y III, deberán presentar a evaluación y aprobación de la Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de la ANAM, un Plan de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, de acuerdo a lo establecido en la referida Resolución.

- Ley N°. 14 del 28 de octubre de 1977

"Por la cual se aprueba la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)". Mediante la cual se incluyen, de acuerdo al grado de amenaza generado por el comercio internacional, a las diferentes especies de plantas y animales silvestres en los denominados Apéndices I y II.

- Resolución AG-0235-2003 de 12 de junio de 2003

"Por lo cual se establece la tarifa para el pago en concepto de indemnizaciones ecológica para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas, que se requiere para la ejecución de obras de desarrollo, infraestructuras y edificaciones".

Dicha resolución establece una tarifa de cobro para toda obra de desarrollo, infraestructuras y edificaciones que involucren la tala de cualquier tipo de vegetación, lo cual representará un resarcimiento económico del daño o perjuicio causado al ambiente. Según se categorice el área, el cobro será de la siguiente manera:

- ✓ Bosques naturales primarios, intervenidos o secundarios maduros = B/.5,000.00/hectárea;
- ✓ Humedales (manglares, óreyzales y catívales) = B/.10,000.00 / hectárea;
- ✓ Bosques secundarios con desarrollo intermedio = B/.3,000.00 / hectárea;
- ✓ Bosques secundarios jóvenes = B/.1,000.00/hectárea;
- ✓ Sotobosque = 50% de las cifras anteriores, según el grado de evolución ecológica del bosque;
- ✓ Formaciones de gramíneas (pajonales) = B/.500.00 / hectárea;
- ✓ Cuando la tala o eliminación de vegetación se realice sobre áreas protegidas, el monto a cobrar será el doble de las cifras antes indicadas.

Finalmente, dicha Resolución indica que en los casos que se trate de una fracción de unidad, entendiéndose por unidad una hectárea, se cobrará las sumas establecidas en proporción a la superficie afectada.

❑ Decreto Ejecutivo Nº 1 de 15 de enero de 2004

"Por el cual se determinan los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales". En el artículo N° 1 se determinan los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales:

Horario nivel sonoro máximo:

- 6:00 a.m. a 9:59 p.m. 60 decibeles (en escala A);
- 10:00 p.m. a 5:59 a.m. 55 decibles (en escala A).

❑ Decreto Ejecutivo N°. 306 de 4 de septiembre de 2002 – Modificado por el Decreto N°1, de 15 de enero de 2004

"Se establecen los límites máximos permisibles para ruido".

Este Decreto, en sus Artículos 1 y 2, prohíbe la producción de ruidos que por su naturaleza o inoportunidad perturben la salud, el reposo o la tranquilidad de los miembros de las comunidades, o les causen perjuicio material o psicológico.

Por lo tanto, dicho Decreto considera que todo trabajo o actividad debe realizarse de forma tal que se reduzcan los ruidos generados por ellos, especialmente aquellos generados por maquinarias flojas, sueltas o excesivamente desgastadas, correas de transmisión en mal estado y escapes de vapor o aire comprimido, así como ruidos innecesarios y susceptibles de evitarse.

Debido a que el Decreto N° 306 establecía una desigualdad o desproporción entre los residentes de una y otra área, ya que los ruidos que se produzcan en exceso perturban por igual a la salud, tranquilidad y reposo de los residentes de una comunidad, se estableció un nivel de ruido único tanto para áreas industriales como residenciales: En horario diurno 60 dBA y en horario nocturno 50 dBA.

5.3.4 Legislaciones legales sobre reconocimiento arqueológico

Las normas legales sobre los reconocimientos arqueológicos para los estudios de impacto ambiental, se sustentan sobre los siguientes principios, leyes, decretos y resoluciones:

- Constitución Política de la República de Panamá; Artículo 85 y Artículo 257, numeral 8, en los cuales se establece la importancia del Patrimonio Histórico de la Nación
- Ley Nº 14 del 5 de mayo de 1982, reformada por la Ley N ° 58 del 7 de agosto de 2003, por la cual se dictan las medidas sobre la custodia, conservación y administración del Patrimonio Histórico de la Nación
- Ley N° 41 del 1 de julio de 1998, la cual establece que la administración del ambiente es una obligación del Estado. En su artículo 5 crea La Autoridad Nacional del Ambiente como rectora en materia de recursos naturales y del ambiente
- Resolución Nº 067-08 DNPH de 20 de julio de 2008, de la Dirección Nacional de Patrimonio Histórico, por la cual se definen términos de referencia para la evaluación de los informes de prospección, excavación y rescate arqueológicos, que sean producto de los estudios de impacto ambiental y/o dentro del marco de investigaciones arqueológicas

- Resolución N.° AG-0363-2005, de 8 de julio de 2005

"Por la cual se establecen medidas de protección del Patrimonio Histórico Nacional ante actividades generadoras de impactos ambientales"

En dicha resolución, la ANAM en coordinación con el INAC, han considerado que cada EsIA presentado a la ANAM que contemple la remoción de tierra, deberá ser enviado para su evaluación al INAC.

Por otra parte, en su Artículo 2, establece que todo propietario, tenedor o administrador de actividades, obras o Proyectos cuyo EsIA, Planes de Manejo o Adecuación (PAMA) o cualquier otro procedimiento evaluativo administrado por la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), deben incluir en el término no mayor de una año, el registro del bien patrimonial dentro de los requisitos requeridos para la aprobación satisfactoria del instrumento aprobado.

Mientras que en su Artículo 3 ordena que las actividades, obras, Proyectos, usos o aprovechamientos que actualmente estén generando impactos ambientales positivos o negativos al Patrimonio Histórico de la Nación registren su custodia ante la Dirección Nacional de Patrimonio Histórico, de modo que las autoridades competentes procedan a realizar las inspecciones correspondientes para estimar el estado de la afectación.

5.3.5 Otras legislaciones aplicables al Proyecto:

- Ley Nº 66 del 10 de noviembre de 1947 – Código Sanitario de la República de Panamá. Dicho código regula todo lo relativo a salud humana y condiciones de salubridad ambiental. Esta ley está íntimamente ligada al agua en cuanto a su calidad;
- Ley N° 21, de 6 de diciembre de 1990. "Por el cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su eliminación". Gaceta Oficial 21,686.Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su eliminación;

- Brasilia, 22 de marzo de 1989. Gaceta Oficial N°. 21,686 de 14 de diciembre de 1990. Por el cual se restringe el libre intercambio de bienes en atención a una política de prevención y control de posibles daños ambientales. Al reglamentar el comercio internacional de desechos peligrosos el Convenio de Basilea pretende que los movimientos transfronterizos no se realicen de modo encubierto;
- Decreto N° 640, de 27 de diciembre de 2006. "Por el cual se expide el Reglamento de Tránsito Vehicular de la República de Panamá"
  - Artículo 73. El extintor de incendios tipo "ABC" o "BC" que debe portar el vehículo que transporte carga peligrosa, tendrá que tener un agente extintor adecuado al tipo de carga transportada y con capacidad mínima de veinte (20) libras;
  - Artículo 74. Los vehículos y unidades de arrastre que transporten cargas peligrosas deben llevar una señal reflectante, que consistirá en un símbolo distintivo de cada carga transportada, que se colocará en el centro de la parte trasera, en los laterales o en un lugar visible de la carrocería;
  - Artículo 75. Todo transporte de cargas peligrosas será acompañado con luz de escolta amarilla intermitente. En el caso de material radiactivo o explosivo, deberá contar además con escolta de la Policía Nacional;
  - Artículo 76. Durante el transporte de este tipo de carga, en el vehículo sólo debe viajar el personal vinculado a su operación;
  - Artículo 80. Una vez que se compruebe con la inspección, que el vehículo y la unidad de arrastre cumple con los requisitos, se emitirá el Registro Técnico de Seguridad correspondiente, cuyo costo será establecido por el Cuerpo de Bomberos. Esta revisión técnica es independiente de la revisión anual que se realiza a todos los vehículos;
  - Artículo 81. Cada vehículo que transporte cargas peligrosas debe contar con el Permiso Previo de Circulación y la hoja de seguridad, según la carga peligrosa transportada.
- Resuelto N°. 340-R-340 del 12 de noviembre de 2010. Por medio de este resuelto, se faculta a la Dirección Institucional de Seguridad Pública (DIASP), para que

expida a nombre de personas naturales o jurídicas los permisos correspondientes al transporte, almacenamiento, venta y manejo de materiales explosivos, pirotécnicos y demás sustancias peligrosas para la vida y salud humana. Además, se prohíbe la comercialización y venta de dichos materiales a vendedores ambulantes y menores de edad;

- Decreto Ejecutivo N°. 2 (de 15 de febrero de 2008). Por el cual se reglamenta la Seguridad, Salud e Higiene en la Industria de la Construcción. Este reglamento tiene por objeto regular y promover la seguridad, salud e higienes en el trabajo de la construcción, a través de la aplicación y desarrollo de medidas y actividades necesarias para la prevención de los factores de riesgos en las obras de construcción, tanto públicas como privadas;
- Decreto Ejecutivo N°.34 de 3 de septiembre de 1993, "Por el cual se crea y reglamenta el funcionamiento de la ventanilla única para la aprobación de ante Proyectos, planos y expedición del permiso de construcción y otros servicios";
- Decreto de Gabinete N ° 252 del 30 de diciembre de 1971 de legislación laboral que reglamenta los aspectos de Seguridad Industrial e Higiene del Trabajo;
- EPA/625/R-96/010b. Research and Development EPA Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air - Second Edition;
- Código NFPA 30 Código de Líquidos Inflamables y Combustibles;
- Ley N° 57 del 7 de mayo de 2011 "General de armas de fuego, municiones y materiales relacionados";

5.3.5.1 Autoridades involucradas en la evaluación y regulación de todos los aspectos del Proyecto

Entre las autoridades nacionales que tienen relación directa con la ejecución y vigilancia directa sobre el fiel cumplimiento de las medidas recomendadas en este estudio se encuentran las siguientes:

Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM): Creada por la Ley N° 41 de 1 de julio de 1998, tiene la función de liderar la gestión ambiental a nivel nacional y administrar de

manera adecuada, eficiente y eficaz los recursos naturales, a través de su protección y conservación, impulsando la promoción del desarrollo sostenible.

Ministerio de Salud (MINSA): Creada mediante el Decreto de Gabinete N° 1, de 15 de enero de 1969. A través de su Dirección Ambiental, es responsable por la planificación de los diferentes programas de ayuda, dirigidos a prevenir la contaminación del ambiente en las ciudades y comunidades de nuestro país, asegurando un medio sano para que la población panameña goce de buena salud física y mental. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha apoyado al Ministerio de Salud en la preparación de normas encaminadas a prevenir la contaminación causada por la calidad de los fluidos y efluentes, normas que deben ser tomadas en cuenta al momento de ejecutar el presente Proyecto.

Oficina de Seguridad adscrita al Cuerpo de Bomberos de Panamá: Creada mediante la Ley N ° 48 de 31 de enero de 1963 y posteriormente reformada por la Ley N° 21 de 18 de octubre de 1982. Esta oficina tiene la tarea y obligación de velar y garantizar porque todo tipo de instalaciones y construcciones (habitacionales, comerciales, industriales, portuarias, etc.) sean construidas bajo las normas de seguridad existentes. Corresponde a esta institución otorgar los permisos pertinentes, una vez que el promotor haya cumplido a satisfacción con las normas de seguridad para que pueda proceder al desarrollo del Proyecto en cuestión.

Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL): Mediante el Decreto de Gabinete N° 2 de 15 de enero de 1969 se crea esta institución gubernamental, que tiene por objeto actuar como ente rector, formulador y ejecutor de políticas de desarrollo laboral, dirigidas al mejoramiento de la calidad de vida de la población panameña; promotor de relaciones de trabajo armoniosas y del uso de medios alternativos para la prevención y soluciones de conflictos laborales.

Ministerio de Obras Públicas (MOP): Manual de Especificaciones Ambientales, Panamá agosto de 2002.

Ministerio de Comercio e Industria (MICI): Decreto Ley N° 6 de 15 de febrero de 2006 se reorganizó el Ministerio de Comercio e Industrias, como organismo de administración central para desarrollar y ejecutar las políticas del Gobierno en materia de industria, comercio, hidrocarburos y aprovechamiento de los recursos minerales, sujeto al control y fiscalización de la Contraloría General de la República. Que el Ministerio de Comercio e Industrias planifican, organiza, coordina, dirige y controla las actividades tendientes a hacer posible la creación, desarrollo y expansión del comercio, la industria, las actividades financieras y de seguros, la investigación y aprovechamiento de los recursos minerales en el país, y el cumplimiento de la política de comercio exterior.

Que el Ministerio de Comercio e Industrias identifican líneas de actuación, y planea estrategias para la implementación de acciones orientadas al desarrollo de los sectores de la producción, el comercio y servicios, aunado a la ciencia y tecnología, para enfrentar la competitividad y fomentar la modernización.

Que de conformidad con el tenor del Decreto Ley N ° .6 de 15 de febrero de 2006, el citado Ministerio está bajo la responsabilidad de su titular y tiene dos Viceministerios, así como una Oficina del Jefe de Negociaciones Comerciales Internacionales; además de estructuras administrativas, asesoras, de ejecución, coordinación y apoyo necesarias para su funcionamiento.

El Estado otorgo la concesión de un total de 14,893 hectáreas, de forma exclusiva para la extracción de minerales metálicos Clase IV (oro y plata) por un período de 20 años:

- Contrato N° 19 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-63. Contrato N° 20 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-62. Contrato N° 21 (Gaceta 23,236 de 03 de marzo de 1997). Para una superficie de 4,893 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-64.

Municipios de Macaracas y Tonosí. Verificaran todos los trámites municipales e impuestos que involucren al Proyecto Minero Cerro Quema.

5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DEL PROYECTO

En la industria minera los Proyectos suelen desarrollarse en cuatro fases consecutivas: Exploración, Construcción, Operación y Cierre y Post Cierre (Abandono). A continuación se detallan las fases mencionadas para el Proyecto Minero de Cerro Quema.

5.4.1 Planificación (Exploración)

Las exploraciones geológicas-mineras para este Proyecto, se han realizado desde 1990 por varias empresas mineras. Sin embargo a partir del año 2010, cuando MCQSA asume el control de la concesión minera y por ende la responsabilidad del Proyecto, desarrolla un programa de exploración geológica-minera que a continuación se detalla.

5.4.1.1 Estudios geofísicos

En 2010 y 2011, la exploración de MCQSA se enfocó en la perforación que describen Puritch et. Al. (2012). Ver en la sección 9 del Anexo que presenta el estudio de Pre factibilidad.

Durante el año 2011 se realizó el mapeo litológico y estructural, el muestreo en los ejes de la roca así como también el mapeo geoquímico.

En el año 2012 MCQSA contrató a Geotech Ltd. para completar el estudio de geofísica aérea. Este estudio cubrió toda el área de la Propiedad de Cerro Quema.

La geofísica aérea incluyó estudios radiométricos, magnéticos y VTEM (Time Domain Electromagnetic Surveying, en inglés y Topografía electromagnética de dominio de tiempo, en español).

Dichos estudios identificaron la tendencia mineralizada y resaltó las áreas de baja susceptibilidad magnética coincidente con bajo potasio y bajas tasas de Th/K, asociados con los Yacimientos de La Pava y Quemita.

Además el estudio identificó dos corredores previamente desconocidos al norte de la tendencia principal, lo cual resaltó bajas áreas de susceptibilidad magnética coincidente con bajas tasas de Th/K similar a aquellos asociados con la tendencia mineralizada de La Pava y Quemita.

MCQSA también completó estudios de Polarización Inducida (IP, por sus siglas en inglés) y respuestas de la capacidad de carga asociadas con una mineralización sulfurosa más profunda en La Pava.

Luego de la culminación de los estudios geofísicos aéreos a principios de 2012, MCQSA realizó estudios de Polarización Inducida en el área de estudio geofísico. A finales del año 2012 se realizaron los primeros estudios sobre Quemita. Se completaron estudios sobre La Pava e Idaida en 2013.

Cada estudio reveló la presencia de grandes cuerpos con grandes capacidades de carga y geometrías cónicas generalmente inversas.

Dichos grandes cuerpos están ubicados a lo largo de más de 11 km del Corredor Mineralizado de Cerro Quema, el cual se extiende a aproximadamente 17 km dentro de las concesiones de MCQSA.

El resultado de la nueva red de Polarización Inducida, apoya el modelo geológico que indica que los sistemas de sulfuración ubicados en la superficie son proximales a un sistema pórfido.

Un total de 144.6 kilómetros lineales de estudios de Polarización Inducida se completaron, 66.9 km en Quema/Quemita e Idaida, 57.1 km en La Pelona y 20.6 en La Pava.

El estudio de Polarización Inducida identificó la resistividad y las anomalías de capacidad de carga en todas las áreas muestreadas.

5.4.1.2 Mapeo y muestreo regional

En junio de 2014, se efectuó un programa de muestreo de roca en los afloramientos superficiales y un mapeo regional centrado en una investigación de reconocimiento sobre las áreas identificadas por medio de estudios de geofísica aérea.

Un total de 12,307 metros lineales fueron mapeados y se recolectaron un total de 1,204 muestras de roca en afloramientos de superficie. Este trabajo tiene la intención de avanzar en los mejores objetivos a fin de iniciar las perforaciones.

5.4.1.3 Estudio Petrográfico

MCQSA contrató a un consultor independiente en petrología de Australia para realizar un análisis petrográfico de 70 muestras. Las muestras fueron recogidas de varios hoyos perforados en las áreas de La Pava, Quema, Quemita, Idaida y Pelona. Las muestras fueron seleccionadas de las más profundas estructuras de alimentación en la zona de óxido de oro en La Pava, las zonas de enriquecimiento supergénico de cobre y plata en La Pava, las zonas de óxido y de sulfuro de Pelona e Idaida, así como también las zonas de óxido y supergénicas en Quemita. El objetivo de los estudios petrográficos fue recabar información sobre las fases de alteración, mineralogía y secuencia de mineralización en los diferentes yacimientos en el área de concesión. Se realizó el trabajo de difracción de Rayos-X para comprobar los minerales arcillosos y la composición de la mica blanca y los diferentes sulfatos.

La interpretación de las muestras petrográficas valida el modelo de exploración para el Proyecto.

5.4.1.4 Perforaciones

Entre los años de 1990 y 1994 Cyprus Minerals Company y las empresas sucesoras completaron 4,921.3 m de perforación de testigos (pozos de prueba) y 9,639 m de perforación aire reversa en el área del Proyecto. Posteriormente Campbell Resources Inc. perforó 1,749.6 m de testigos en el yacimiento de La Pava en 1996. Desde la

adquisición de la propiedad en 2010, MCQSA ha perforado 16,939 m de testigos en 79 pozos y 32,728 m de perforación aire reversa en más de 330 pozos.

En el 2012, se realizaron 5,718 m de perforación aire reversa y 4,239 m de perforación con corona de diamantes en el Proyecto, totalizando 9,957 m de perforación. El detalle de las ubicaciones de sitios se presenta en la siguiente tabla. Ver en anexo sección 10 del estudio de Pre factibilidad.

Tabla 5.4-1: Programa de perforaciones 2012-2013

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12100	552724	835488	721	-90	360	100
PRH12101	550104	834853	440	-90	360	80
PRH12102	552676	835681	706	-90	360	99
PRH12103	552728	835536	713	-90	360	80
PRH12104	550152	834848	443	-90	360	97
PRH12105	550192	834799	469	-90	360	62
PRH12106	552674	835650	706	-90	360	90
PRH12107	552733	835647	699	-90	360	26
PRH12108	552628	835649	702	-90	360	90
PRH12109	550147	834803	468	-90	360	59
PRH12110	552626	835669	700	-90	360	60
PRH12111	550105	834802	463	-90	360	74
PRH12112	552568	835687	672	-90	360	100
PRH12113	550208	834845	438	-90	360	77
PRH12114	552688	835740	707	-90	360	93
PRH12115	550344	834702	480	-90	360	100
PRH12116	552820	835491	741	-90	360	30
PRH12117	550254	834747	487	-90	360	80
PRH12118	550304	834701	489	-90	360	71

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12119	552857	835610	738	-90	360	102
PRH12120	550359	834652	496	-90	360	62
PRH12121	552831	835617	739	-90	360	123
PRH12122	550349	834552	501	-90	360	100
PRH12123	552808	835601	741	-90	360	69
PRH12124	553249	835706	824	-90	360	102
PRH12125	552830	835615	739	-60	360	75
PRH12126	550314	834594	514	-90	360	100
PRH12127	553218	835692	822	-90	360	70
PRH12128	553179	835602	819	-90	360	72
PRH12129	552812	835571	738	-60	110	100
PRH12130	550401	834640	483	-90	360	54
PRH12131	553182	835648	813	-90	360	100
PRH12132	550273	834712	489	-90	360	74
PRH12133	553104	835662	790	-90	360	100
PRH12134	552742	835700	709	-90	360	100
PRH12135	549926	834693	543	-90	360	100
PRH12136	553029	835451	830	-90	360	128
PRH12137	552722	835773	704	-90	360	100
PRH12138	549849	834753	559	-90	0	150
PRH12139	553129	835506	835	-90	360	98
PRH12140	550202	834757	489	-90	360	99
PRH12141	550055	834649	546	-90	360	36
PRH12142	549823	834838	549	-60	360	120
PRH12143	552920	835446	822	-90	360	150
PRH12144	549499	834900	485	-90	360	110

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12145	549643	834858	531	-60	360	175
PRH12146	549421	834803	479	-90	360	89
PRH12147	553057	835584	838	-60	360	90
PRH12148	549581	834878	501	-90	360	150
PRH12149	549305	834850	451	-90	360	140
PRH12150	549523	834865	504	-90	0	150
PRH12151	549567	834846	517	-55	0	150
PRH12152	550176	834746	509	-90	0	81
PRH12153	550287	834680	503	-90	0	60
PRH12154	549953	834890	445	-90	0	156
PRH12155	549972	834933	423	-90	0	80
PRH12156	553227	835542	835	-90	0	127
PRH12157	550078	834829	444	-90	0	66
PRH12158	553350	835554	858	-90	0	129
PRH12159	550044	834804	455	-90	0	162
PRH12160	550144	834952	424	-90	0	87
PRH12161	553429	835553	859	-90	0	150
PRH12162	550102	834940	422	-90	0	84
PRH12163	550138	834899	421	-90	0	30
PRH12164	550173	834889	419	-90	0	48
PRH12165	550212	834603	509	-90	0	105
PRH12166	550257	834576	486	-90	0	59
PRH12167	550305	834586	506	-90	0	60
PRH12168	550347	834602	505	-90	0	75
PRH12169	550287	834579	495	-90	0	51
PRH12170	549399	834848	474	-90	0	41

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12171	550120	834600	515	-90	0	111
PRH12172	550158	834590	506	-90	0	78
PRH12173	550120	834745	497	-90	0	102
PRH12174	553376	835536	846	-60	0	171
PRH12175	549697	834842	549	-90	0	161
PRH12176	549526	834904	483	-70	0	134
PRH12177	553378	835533	846	-90	0	116
PRH12178	553324	835582	874	-90	0	171
PRH12179	553305	835578	873	-60	180	69
PRH12180	549700	834876	542	-90	0	165
PRH12181	549498	834800	491	-90	0	100
PRH12182	549521	834752	467	-90	0	50
PRH12183	549467	834860	489	-90	0	128
PRH12184	553545	835697	904	-90	0	140
PRH12185	549698	834646	462	-90	0	50
PRH12186	549729	834607	446	-90	0	56
PRH12187	553548	835668	911	-90	0	104
PRH12188	549693	834610	445	-90	0	14
PRH12189	553631	835747	921	-90	0	149
PRH12190	553613	835703	932	0	0	192
PRH12191	550796	834850	384	-90	0	105
PRH12192	550691	834754	397	-90	0	105
PRH12193	553654	835696	943	-90	0	189
PRH12194	550020	834552	480	-90	0	60
PRH12195	550048	834553	478	-90	0	53
PRH12196	549472	834893	480	-90	0	171

SNC·LAVALIN

MCQSA

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12197	549947	834574	506	-90	0	110
PRH12198	549580	834742	470	-90	0	53
PRH12199	549356	834846	470	-90	0	143
PRH12200	553646	835665	949	-90	360	177
PRH12201	549988	834567	499	-90	360	59
PRH12202	549547	834906	482	-90	360	180
PRH12203	549252	834804	424	-90	360	60
PRH12204	553602	835651	940	-90	360	96
PRH12205	549303	834825	446	-90	360	60
PRH12206	549455	834902	467	-90	360	150
PRH12207	549450	834848	487	-90	360	134
PRH12208	553578	835746	904	-90	360	110
PRH12209	549470	834827	498	-90	360	110
PRH12210	549355	834893	440	-90	360	147
PRH12211	550047	834656	549	-90	360	62
PRH12212	553535	835760	888	-90	360	81
PRH12213	549379	834897	442	90	360	150
PRH12214	549296	834859	444	-90	360	143
PRH12215	553513	835622	917	-90	360	102
PRH12216	549280	834846	444	-90	360	55
PRH12217	553488	835652	891	-90	360	133
PRH12218	549407	834911	447	-90	360	102
PRH12219	549250	834851	430	-90	360	65
PRH12220	553582	835816	886	-90	360	213
PRH12221	550037	834653	550	-90	360	180
PRH12222	549275	834821	437	-90	360	74

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12223	550275	834610	518	-90	360	92
PRH12224	553547	835846	866	-90	360	159
PRH12225	550321	834660	501	-90	360	89
PRH12226	550322	834699	486	-90	360	59
PRH12227	553491	835797	864	-90	360	80
PRH12228	550221	834654	532	-90	360	143
PRH12229	549890	834908	454	-90	360	107
PRH12230	553555	835890	858	-90	360	213
PRH12231	550225	834778	471	-90	360	100
PRH12232	549447	834945	450	-90	360	144
PRH12233	549428	834926	446	-90	360	77
PRH12234	549469	834944	456	-90	360	143
PRH12235	553588	835942	828	-90	360	84
PRH12236	549544	834944	458	-90	360	107
PRH12237	549498	834943	454	-90	360	128
PRH12238	553209	835504	822	-90	360	132
PRH12239	549232	834795	416	-90	360	86
PRH12240	553156	835494	829	-90	360	143
PRH12241	553280	835489	814	-90	360	105
PRH12242	553211	835549	832	-90	360	78
PRH12243	553199	835604	827	-90	360	135
PRH12244	553202	835648	820	-90	360	195
PRH12245	550121	834562	480	-90	360	75
PRH12246	553277	835699	822	-90	360	132
PRH12247	550173	834555	475	-90	360	60
PRH12248	553324	835719	816	-90	360	84

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12249	550230	834567	477	-90	360	57
PRH12250	550232	834582	489	-90	360	56
PRH12251	553334	835999	765	-90	360	102
PRH12252	553415	835675	859	-90	360	153
PRH12253	549206	834851	408	-90	360	31
PRH12254	549457	834806	481	-90	360	100
PRH12255	549557	834715	452	-90	360	65
PRH12256	553430	835695	859	-90	360	105
PRH12257	549646	834675	461	-90	360	45
PRH12258	549200	834829	415	-90	360	49
PRH12259	553079	835485	834	-60	360	108
PRH12260	549675	834661	461	-90	360	48
PRH12261	553227	835507	821	-90	360	99
PRH12262	550324	834625	515	-90	360	135
PRH12263	552999	835406	810	-90	360	114
PRH12264	550098	834746	496	-90	360	96
PRH12265	550024	834808	454	-90	360	96
PRH12266	553045	835446	825	-90	360	144
PRH12267	549942	834765	520	-90	360	135
PRH12268	550224	834705	511	-90	360	81
PRH12269	550053	834875	432	-90	360	146
PRH12270	553231	835432	783	-90	360	74
PRH12271	550150	834610	522	-90	360	123
PRH12272	550021	834896	432	-90	360	150
PRH12273	553180	835424	785	-90	360	58
PRH12274	549702	835006	434	-90	360	147

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH12275	554393	834886	759	-90	360	142
PRH12276	549929	834954	430	-90	360	87
PRH12277	549872	835048	407	-90	360	150
PRH12278	549830	835023	418	-90	360	99
PRH12279	554349	834919	732	-90	360	113
PRH13280	549859	834966	431	-90	360	146
PRH13281	550294	834810	442	-90	360	72
PRH13282	549900	834961	431	-90	360	144
PRH13283	553154	835440	792	-90	360	99
PRH13284	553101	835426	796	-90	360	110
PRH13285	553078	835425	798	-90	360	120
PRH13286	549428	834972	432	-90	360	156
PRH13287	553327	835956	772	-90	360	138
PRH13288	549470	834981	432	-90	360	148
PRH13289	553457	835912	791	-90	360	150
PRH13290	549532	834974	438	-90	360	135
PRH13291	549569	834976	443	-90	360	114
PRH13292	553330	835807	798	-90	360	117
PRH13293	549272	834882	425	-90	360	141
PRH13294	553356	835755	820	-90	360	110
PRH13295	549399	834949	428	-90	360	111
PRH13296	552721	835439	722	-90	360	147
PRH13297	549374	834949	421	-90	360	114
PRH13298	553379	835705	840	-90	360	126
PRH13299	552711	835395	708	-90	360	200
PRH13300	549327	834909	423	-90	360	150

DDH No.	Este	Norte	Elevación (m)	Orientación (°)	Azimuth (°)	Profundidad (m)
PRH13301	549306	834902	424	-90	360	110
PRH13302	553654	835609	915	-90	360	129
PRH13303	549495	834999	417	-90	360	123
PRH13304	552730	835352	706	-90	360	169
PRH13305	553515	835746	877	-90	360	153
PRH13306	553696	835658	927	-90	360	150
PRH13307	553540	836000	778	-90	360	188
PRH13308	549452	834999	423	-90	360	105
PRH13309	557570	834292	598	-90	360	200
PRH13310	549548	834993	433	-90	360	135
PRH13311	549366	835004	401	-90	360	60
PRH13312	549340	834950	407	-90	360	114
PRH13313	553473	835956	779	-90	360	150
PRH13314	557625	834286	581	-90	360	200
PRH13315	553397	836025	745	-90	360	67
PRH13316	554390	834884	740	-90	360	96
PRH13317	554334	834849	717	-90	360	63

Fuente: Estudio de Pre factibilidad MCQSA, Golder Associates, 2014.

MCQSA continuó los trabajos de perforación durante el último trimestre de 2012 para lograr la definición del recurso mineral en los yacimientos de La Pava y Quemita y también comenzó la validación inicial de Idaida.

La perforación extendió una estructura mineralizada a lo largo de la ladera norte del yacimiento Quemita hasta 750 m. Dicha estructura tiene una dirección SO-NE y está ubicada a 100-200 m norte-noreste del perímetro del yacimiento de Quemita y sudeste del yacimiento de La Mesita y la zona de El Domo. Las perforaciones realizadas cerca del perímetro de las secciones del sudoeste y norte central han interceptado una nueva

mineralización de óxido de oro y/o cobre supergénico. La mineralización supergénica de cobre se encontró en el área occidental del diseño de los tajos.

El programa de perforación de óxido de oro dio como resultados intercepciones que incluyen 14 m promediando 1.61 g/t Au en PRH-12178 dentro de una intercepción más larga de 71 m promediando 0.49 g/t Au. El pozo PRH-12147 interceptó 27 m promediando 1.38 g/t Au.

Las perforaciones en el año 2013 se centraron en la definición del recurso en los yacimientos de La Pava y Quemita así como la investigación de las anomalías geofísicas en las nuevas áreas de exploración como Idaida y Pelona.

Los sondeos en el área de Idaida revelaron estructuras cerca de la superficie y estructura de alimentación mineralizada más profundas análogas a los yacimientos de La Pava y Quemita.

Las Tablas 5.4.2 y 5.4.3, muestran las intervenciones más significativas de La Pava y Quemita.

Tabla 5.4-2: Programa de perforaciones. Intersecciones significantes – La Pava

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[4]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12028	18	51	33	0.37	N/A	N/A
PRH12028	83	102	19	0.21	N/A	1.40
PDH12033	69	224	155	0.46	N/A	0.72
Inclusión	103	153	50	0.77	N/A	1.52
PRH12159	20	51	31	0.01	N/A	0.32
PRH12159	97	109	12	0.17	N/A	2.89
PRH12162	12	26	14	0.01	N/A	0.31
PRH12165	0	11	11	1.07	N/A	N/A
PRH12165	43	71	28	0.14	N/A	0.86
PRH12168	8	21	13	0.01	N/A	0.39
PRH12172	0	22	22	0.42	N/A	N/A

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12172	69	74	5	0.16	N/A	0.75
PDH12025	1	59	58	0.39	N/A	N/A
Inclusión	1	33	32	0.68	1.74	0.15
Inclusión	7	24	17	0.94	1.32	0.13
Inclusión	9	24	15	0.97	N/A	N/A
Inclusión	13	24	11	1.09	1.52	0.15
Inclusión	43	59	16	0.04	5.59	0.40
Inclusión	57	58	1	0.22	23.40	1.02
PDH12032	0	54	54	0.70	N/A	N/A
Inclusión	21	35	14	1.34	N/A	N/A
PDH12034	130	155.1	25.1	0.30	N/A	N/A
PDH12041	2	60	58	0.38	1.55	0.03
Inclusión	20	26	6	0.73	1.20	0.01
PDH12041	86	116.8	30.8	0.10	0.61	0.70
PRH12145	2	8	6	1.72	0.40	0.06
PRH12145	163	169	6	0.09	0.23	0.48
Inclusión	164	165	1	0.12	0.40	1.20
PRH12181	0	18	18	0.45	N/A	N/A
PRH12188	0	1	1	18.60	0.20	0.10
PRH12188	4	5	1	1.53	0.10	0.02
PDH12025	14	24	10	1.12	N/A	0
PDH12025	43	49	6	0.03	N/A	0.74
PDH12036	0	7	7	0.84	N/A	0
PDH12037	0	7	7	1.92	N/A	0
PDH12038	4	9	5	2.34	N/A	0
PDH12038	13	29	16	0.92	N/A	0

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
Inclusión	14	19	5	2.01	N/A	0
PDH12038	118	122	4	0.36	N/A	1.58
PDH12038	133	138	5	0.35	N/A	0.77
PDH12041	9	61	52	0.4	N/A	0
PDH12041	86	113	27	0.1	N/A	0.76
Inclusión	88	91	3	0.13	N/A	2.52
PDH12042	141	155	14	0.07	N/A	0.38
PDH12044	117	124	7	0.09	N/A	0.44
PDH12044	345	361	16	0.08	N/A	0.44
PDH125180	158	160	2	0.44	N/A	1.15
PDH125180b	177	183	6	1.26	N/A	0.12
PRH12145	2	8	6	1.72	N/A	0
PRH12150	7	31	24	0.71	N/A	0
PRH12152	3	15	12	1.01	N/A	0
PRH12171	83	93	10	0.12	N/A	0.95
PRH12180	110	165	55	0.34	N/A	0
Inclusión	155	165	10	0.47	N/A	0.74
PRH12188	0	5	5	4.08	N/A	0
PRH12196	153	161	8	0.41	N/A	0.03
PRH12199	8	45	37	0.41	N/A	0
PRH12199	51	79	28	0.42	N/A	0.22
PRH12201	2	5	3	0.87	N/A	0
PRH12202	3	17	14	0.42	N/A	0
PRH12205	0	5	5	0.58	N/A	0
PRH12207	61	80	19	0.79	N/A	0.17
Inclusión	66	71	5	2.14	N/A	0.4

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12209	40	42	2	1.02	N/A	0
PRH12211	3	50	47	1.23	N/A	0
Inclusión	21	41	20	1.65	N/A	0
PRH12213	117	132	15	0.65	N/A	0
PRH12221	3	64	61	0.86	N/A	0
Inclusión	3	43	40	1.04	N/A	0
PRH12221	95	121	26	0.22	N/A	0.41
PRH12223	0	6	6	0.9	N/A	0
PRH12229	0	8	8	0.68	N/A	0
PRH12236	89	92	3	0.26	N/A	0.97
PRH12247	9	12	3	1.3	N/A	0
PRH12250	21	39	18	0.22	N/A	2.4
Inclusión	21	28	7	0.28	N/A	5.26
PRH12254	0	15	15	0.62	N/A	0
PRH12255	15	28	13	0.34	N/A	0.72
PRH12201	0	7	7	0.49	0.40	0.01
PRH12207	62	79	17	0.18	0.71	0.86
PRH12209	39	42	3	0.78	0.23	0.03
PRH12216	0	9	9	0.31	0.12	0.04
PRH12219	0	33	33	0.25	0.94	0.02
PRH12221	3	143	140	0.47	5.03	0.12
Inclusión	3	64	61	0.86	4.82	0.03
Inclusión	35	43	8	1.77	5.95	0.04
Inclusión	71	86	15	0.26	11.50	0.04
Inclusión	94	108	14	0.29	6.93	0.49
PRH12223	0	10	10	0.68	0.42	0.02

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12229	0	9	9	0.63	0.29	0.09
PRH12229	94	99	5	0.06	0.10	0.32
PRH12232	140	144	4	0.35	1.30	0.21
PRH12236	89	92	3	0.26	0.27	0.97
PRH12237	82	90	8	0.30	0.96	0.36
PRH12167	0	22	22	0.25	N/A	N/A
PRH12169	2	17	15	0.75	N/A	N/A
PRH12181	0	18	18	0.45	N/A	N/A

(1) Número de perforaciones con el prefijo PDH equivalen a perforaciones diamantinas.
(2) Número de perforaciones con el prefijo PRH equivalen a perforaciones en circulación en reversa (RC).
(3) Interceptas se reportan como espesores perforados y son sólo aparentes anchos.

Fuente: Estudio de Pre factibilidad MCQSA, Golder Associates, 2014.

Tabla 5.4-3: Programa de perforaciones. Intersecciones significantes - Quemita.

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12161	0	14	14	0.40	N/A	N/A
PRH12161	44	67	23	0.25	N/A	N/A
PRH12179	7	18	11	1.00	N/A	N/A
PRH12048	7	42	35	0.05	N/A	0.20
PRH12149	86	100	14	0.06	N/A	0.45
PRH12050	52	66	14	0.05	N/A	0.63
PRH12053	35	36	1	0.01	N/A	0.47
PRH12091	0	3	3	0.13	N/A	0.47
PRH12093	57	59	2	0.06	N/A	0.46
PRH12095	43	51	8	0.06	N/A	0.72
PRH12121	0	123	123	0.03	N/A	0.13
PRH12123	39	69	30	0.04	N/A	0.13
PRH12178	0	71	71	0.49	N/A	N/A
Including	0	14	14	1.61	N/A	N/A
PRH12200	0	32	32	0.44	N/A	0
Including	9	23	14	0.64	N/A	N/A
PRH12076	0	22	22	0.49	N/A	N/A
PRH12077	23	26	3	0.63	N/A	N/A
PRH12071	34	41	7	0.42	N/A	N/A
PRH12212	27	31	4	0.44	N/A	N/A
PRH12147	0	27	27	1.38	N/A	N/A
PRH12084	21	29	8	0.49	N/A	N/A
PRH12099	75	78	3	0.78	N/A	N/A
PRH12100	65	69	4	0.38	N/A	N/A
PRH12103	23	28	5	0.29	N/A	N/A
PRH12215	2	8	6	0.35	0.10	0.02

Perforación	De (m)	Hasta (m)	Profundidad(m)[2]	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu (%)
PRH12217	43	68	25	0.36	7.61	0.06
PRH12220	72	75	3	1.34	0.10	0.07
PRH12238	22	84	62	0.63	5.57	0.07
Including	37	49	12	0.92	2.48	0.03
Including	77	83	6	0.94	28.07	0.27
PRH12242	56	77	21	0.5	N/A	0
PRH12244	105	114	9	0.04	N/A	0.51
PRH12246	23	125	102	0.05	N/A	0.46
Including	23	52	29	0.07	N/A	0.92
PRH12252	39	57	18	0.44	N/A	0.71
PRH12259	2	10	8	3.84	N/A	0

(1) Número de perforaciones con el prefijo PRH equivalen a perforaciones en circulación en reversa (RC).

(2) Interceptas se reportan como espesores perforados y son sólo aparentes anchos.

Fuente: Estudio de Pre factibilidad MCQSA, Golder Associates, 2014.

5.4.1.4.1 Perforaciones en Cerro La Pava (2012)

Los diez pozos perforados en La Pava ubicados fuera o dentro de los 10 a 15 m de las laderas meridionales y noroeste del tajo revelan una nueva mineralización de oro y cobre.

En la Zona Meridional, la perforación PRH12188, ubicada aproximadamente a 30 m fuera del margen meridional del diseño del tajo, interceptó 5m de gradiente 4.08 g/t Au. El pozo de perforación (drill hole) PRH12255, ubicado a aproximadamente 25 m fuera del margen meridional del diseño del tajo, interceptó 13 m de gradiente 0.72 g/t Au y 0.34 % de Cu en la zona de sulfuros. El pozo de perforación PRH12250, con corona a 8 m norte del margen meridional del diseño a cielo abierto, interceptó Cu de ley 2.4% y 0.22 g/t Au (incluyendo Cu de ley 5.26% 7 m) a 18 m dentro de la zona de sulfuros. En la Zona Este Central, el pozo de sondaje PRH1211 retornó Au de ley 1.23 g/t a 47 m y

el pozo de sondaje PRH 1221 interceptó a 61 m Au de ley 0.86 g/t (incluyendo Au de ley 1.04 g/t a 40 m).

Los resultados de la perforación muestran el ancho y la continuidad de la zona mineralizada dentro del área. El pozo de sondaje PDH12037, en la Zona Sur Central interceptó Au de ley 1.92 g/t a 7 m. Este es el pozo de sondaje más meridional en la sección y está abierto hacia al sur. Se requiere de trabajos de perforación adicional para determinar la extensión de la mineralización. Los dos pozos de sondaje en la Zona de Extensión Occidental confirmaron que los anchos mineralizados de oro y cobre están presentes en la zona. El pozo de sondaje PRH12199 interceptó a 37 m, de la superficie, ley 0.41 g/t Au y a 28 m una ley de 0.42% Cu y 0.22 g/t Au dentro de la zona de sulfuros. El pozo de sondaje 12207 interceptó a 19 m una ley 0.79% Cu, incluyendo a 5 m una ley de 2.14% Cu. La mineralización en esta zona permanece abierta.

5.4.1.4.2 Perforaciones en Quemita (2012)

Similar a la perforación en el yacimiento La Pava, la perforación en el Yacimiento de Quemita (informe de pre-factibilidad del 30 de junio de 2014) aumentó el recurso general e identificó mineralización afuera del diseño a cielo abierto actual. Los cuatro pozos de sondaje ubicados cerca del perímetro en las secciones suroeste y norte central del diseño a cielo abierto han interceptado mineralización de óxido de oro y/o cobre supergénico, proporcionando nuevos objetivos para la definición del recurso y la perforación de actualización. En la Zona Norte Central, el pozo de sondaje PRH12252 interceptó a 18 m cobre de ley 0.71% y Au de ley 0.44 g/t dentro de la zona de sulfuros. La intersección mineralizada está entre el diseño a cielo abiertos central y este.

La perforación adicional podría permitir que se combinen los dos tajos en un tajo mayor. El pozo de sondaje PRH12246 interceptó a 10 m Cu ley 0.46%, incluyendo 29 m de Cu ley 0.92%, en la zona de sulfuros. El pozo PRH12246 se encuentra ubicado 130 m al oeste del pozo PRH12252, cerca de la ladera norte del límite del tajo central, donde la mineralización permanece abierta. En la Zona Sur Central, los pozos de sondaje PRH12259, PRH12238 y PRH12178 retornaron óxido de oro interceptado a 8

m Au de ley 3.84 g/t, a 45 m Au de ley 0.61 g/t, y a 14 m Au de ley 1.61 g/t, respectivamente. A los tres pozos de sondaje se les colocó una broca de diamantina cerca del perímetro sur del diseño a cielo abierto, demostrando la continuidad de la mineralización en esta área. El pozo de sondaje PRH12241, ubicado a aproximadamente 50 m afuera del perímetro sur del diseño a cielo abierto actual, interceptó a 19 m Cu de ley 0.53% dentro de la zona de sulfuros. La mineralización permanece abierta al sur y se planifica la perforación adicional para definir el alcance de la mineralización de oro. En la Zona Este Sur, el pozo de sondaje PRH12200 interceptó a 32 m, de la superficie, óxido de oro de ley 0.44 g/t, incluyendo a 10m Au de ley 0.67 g/t. A este pozo de sondaje se le colocó una broca de diamantina en el perímetro sureste del diseño a cielo abierto actual.

5.4.1.5 Reservas minerales estimadas

Los estudios geológicos, geofísicos y perforaciones realizadas son los elementos técnicos que permiten realizar los cálculos de las reservas probadas y probables.

La reserva mineral es esa porción de los recursos minerales que ha sido identificada como explotables dentro de un pozo de diseño. La estimación de reservas mineras incorpora parámetros de explotación minera del mineral como recuperación minera y dilución de roca residual. Las reservas minerales forman la base para el programa de producción del Estudio de Pre-factibilidad de la mina y los planes de la mina. La operación minera de Cerro Quema consistirá en minería a cielo abierto sin ningún componente de minería subterránea planeado, por lo tanto, todas las reservas de mineral se consideran que son reservas minerales de tajo abierto. Recursos minerales inferidos no se utilizan en la estimación de las reservas mineras. Sólo se utilizan recursos de óxido en la estimación de las reservas mineras. Las reservas minerales se han desarrollado en un proceso de tres pasos.

- Selección de un pozo sedimentario a tajo abierto optimizado para ser utilizado como base para el diseño del tajo;

- Desarrollo de un diseño operacional de tajo que incorpora bancas (banquetas), criterio de pendiente detallada del tajo y rampas para los camiones de transporte;
- Estimación del tonelaje en el tajo contenido dentro del tajo operacional que cumplen o exceden los criterios de calidad de corte de ley y los parámetros de explotación minera del mineral (por ejemplo: las pérdidas de explotación minera y dilución) se aplican a ese tonelaje. El resultado final es la reserva mineral.

Las reservas minerales para el Proyecto de Cerro Quema serán proporcionadas por dos tajos separados; el Tajo de La Pava y el Tajo de Quemita. Las reservas minerales probadas y probables para el Proyecto se resumen en la Tabla 5.4-4. Una ley de corte de 0.21 g/t Au se utiliza para reportar todas las reservas. La reserva mineral representa un tonelaje de mineral diluido.

Tabla 5.4-4: Reservas de mineral del Proyecto

Tajos	Reservas	Roca mineralizada (Mt)	Au (g/t)	Cantidad de Oro (onzas)
La Pava	Probadas	6.82	0.80	176,000
	Probables	7.40	0.67	159,000
	Subtotal	***14.12***	***0.73***	***335,000***
Quemita	Probadas	---	---	---
	Probables	5.49	0.86	153,000
	Subtotal	***5.49***	***0.86***	***153,000***
La Pava-Quemita	Probadas	6.82	0.80	176,000
	Probable	12.89	1.53	312,000
	Total	**19.71**	**2.33**	**488,000**

Fuente: Informe de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014.

5.4.2 Construcción/Ejecución

5.4.2.1 Diseño de la patio de lixiviados

Se identificaron varios sitios potenciales para el patio de lixiviados (HLF) del Proyecto Cerro Quema. Tras seguir el reconocimiento de los sitios potenciales, la revisión de datos geotécnicos existentes, una investigación de subsuelo poco profundo de uno de

los sitios y la ingeniería conceptual, se identificó el sitio de El HLF Maricela como el sitio preferido para acomodar el volumen esperado de mineral. Los criterios de diseño usados para el proceso de selección incluyeron:

- Habilidad para proporcionar la suficiente capacidad para el mineral identificado en el modelo de mina empleado.
- Proximidad a los depósitos minerales.
- Terreno idóneo para el apilamiento y operación.
- Estabilidad geotécnica.
- Cuenca pequeña de gradiente ascendente.
- Aspectos de visibilidad del sitio y de aceptación social.

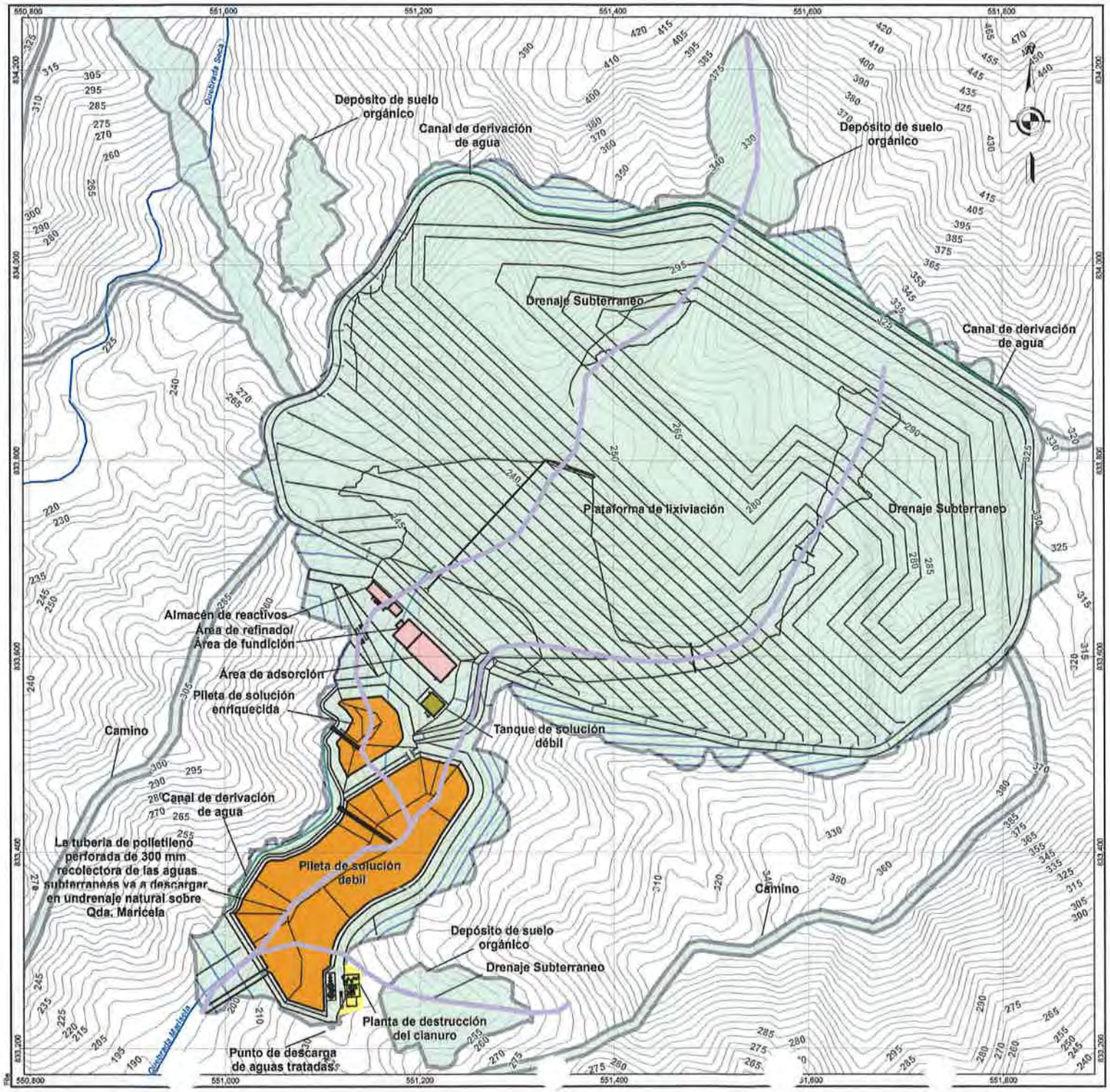
El diseño de El HLF Maricela se hizo de conformidad con los lineamientos del Código del Manejo del Cianuro para la contención ambiental y satisface o excede los estándares y prácticas norteamericanas para sistemas de recubrimiento, de tuberías y piletas de proceso, los cuales tienen la finalidad de disminuir el riesgo ambiental de las instalaciones que pueda afectar los suelos, aguas superficiales y aguas subterráneas locales en el sitio y en las áreas aledañas.

El HLF Maricela tiene un área total de disturbio de 439,000 m2 y ha sido medido usando una densidad promedio de mineral apilado de 1.5 t/m³ y una altura máxima de la pila de 75 m para proporcionar una capacidad total de mineral de 20 millones de toneladas. El mineral estará apilado por medio de una banda transportadora a una tasa de 10 tpd. El mineral será triturado y colocado al patio de lixiviación usando transportadoras portátiles que alimenten el trasportador-apiladora. El mineral estará apilado en cargas de aproximadamente 8 m, con bancos proporcionados entre la cargas para crear un talud promedio total de mineral de 2.5H:1V (horizontal a vertical), lo que proporciona estabilidad operacional y post-cierre por la pila, y minimizar la nivelación durante la recuperación. Ver anexo Reporte de Diseño de Pre-Factibilidad para las instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril.

5.4.2.1.1 Desarrollo del Patio de Lixiviados (HLF)

El patio de lixiviados en Quebrada Maricela, estará conformado de elevaciones múltiples, con pilas de lixiviación de un solo uso diseñadas para alojar aproximadamente 20 millones de toneladas de mineral triturado. El HLF se diseñó con un sistema de revestimiento de acuerdo con los requisitos del Código Internacional del Cianuro y cumple o excede los estándares y prácticas de Norteamérica para sistemas de revestimientos, sistemas de tuberías y piletas de proceso, que están destinados a disminuir el riesgo ambiental de impactar los suelos locales, a las aguas superficiales, y aguas subterráneas dentro y en los alrededores del sitio. En la Figura 5.4-1 se muestra el patio de lixiviación Maricela.

Figura 5.4-1: Facilidades del Proceso de Lixiviación



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Drenaje subterráneo
- Plataforma de ADR y almacén de reactivos
- Plataforma de tramiento de aguas
- Pileta de solución
- Tanque de barreno
- Huella del Proyecto
- Quebradas
- Curvas de nivel cada 5 metros

ESCALA 1:2,500

APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.				
	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA				
ELABORADO POR: Knapp, Cumbley & Associates	TITULO: FACILIDADES DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN				
PRESENTADO POR: EMC + LAVALIN PANAMA, S.A.	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001			REVISIÓN: VF00	
	DIBUJO (DS)	J.C.G.	FECHA	DIC 2014	Nº: 5.5-8
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2001 - Minera Cerro Quema S.A. - Datum WGS84, Zona 17 Norte

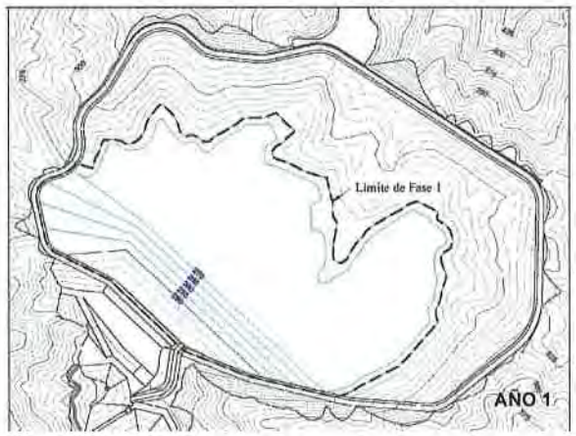
Ilustrado por

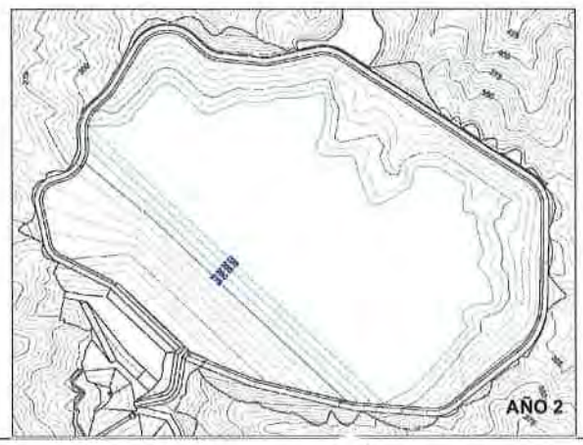
El HLF de 48.5 ha se dimensionó utilizando mineral apilado de densidad promedio de 1.5 t/m³ y una altura máxima de pila de 75 m. El mineral será apilado con un transportador a una tasa de 10,000 tpd. El mineral será triturado, luego colocado en la pila de lixiviación usando transportadores portátiles que alimenten a un transportador apilador. El mineral se apilará en elevaciones de aproximadamente 8 m.

El HLF se construirá en dos fases que proporcionan una superficie total revestida de aproximadamente 310,000 m2. La Fase 1 consiste en la construcción de la parte sur del patio de lixiviación, el perímetro del camino de acceso, el sistema de drenaje, el sistema de revestimiento con geomembrana, el sistema de recolección de solución, las instalaciones permanentes y temporales de desvío de aguas pluviales, y las tinas de proceso revestidas con geomembrana. La Figura 5.4-2 detalla gráficamente el desarrollo de la fase 1.

Figura 5.4-2: Fase 1 de desarrollo del patio de lixiviación







MAPA DE UBICACIÓN



MCQSA	CLIENTE:	Minera Cerro Quema S.A.			
	PROYECTO:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA			
TÍTULO:	FASES DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN				
SRK CONSULTING (PANAMÁ), S.A.	CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001	REVISIÓN:	VF00	
	DIBUJO	J.C.G.	FECHA	DIC 2014	N°: 5.5-4-A
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

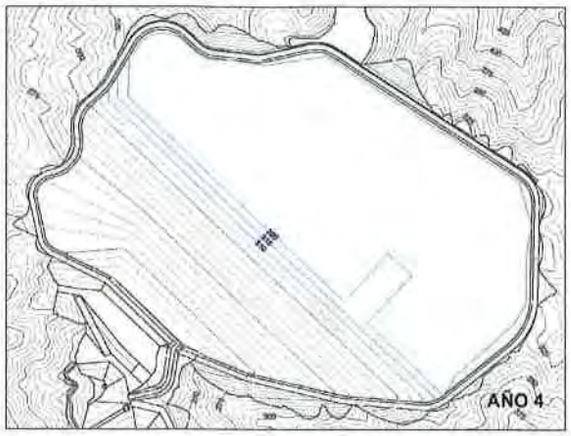
REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 20' - Datum WGS84, Zona 17 Norte

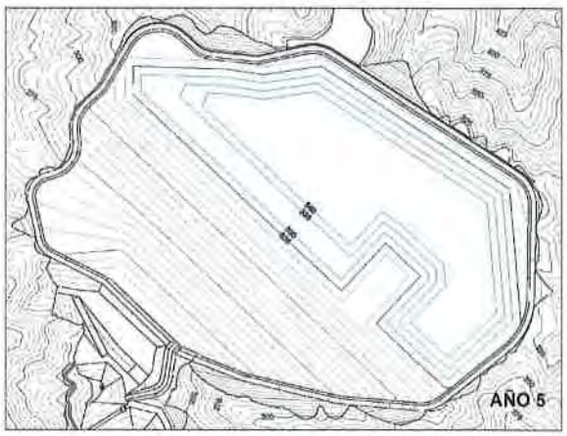
La Fase 2 consistirá en la construcción de la parte norte del patio de lixiviación, el sistema de drenaje, el sistema de revestimiento del patio geomembrana, y el sistema de recolección de solución. En la Figura 5.4-2 se detalla gráficamente el desarrollo de la fase 2. Se planea que el HLF se desarrolle en el siguiente cronograma:

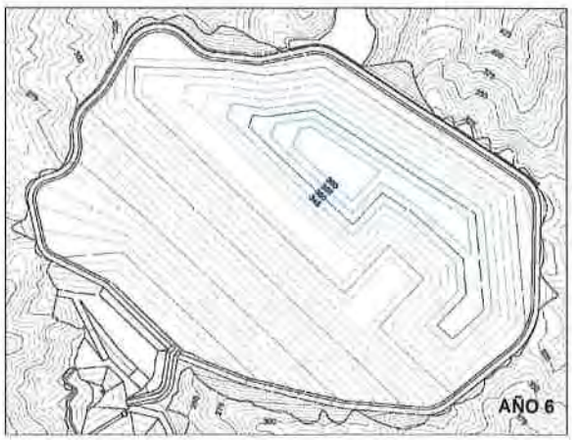
- La construcción de la Fase 1, comenzando durante el último trimestre de 2015 en los finales de la estación lluviosa, iniciando con la movilización de contratistas, y con el desarrollo de actividades preliminares de construcción de esta facilidad; concurrente con el desarrollo del Pozo La Pava y las instalaciones de procesos.
- El apilamiento de la Fase 1 comenzará al inicio del 3 trimestre de 2016.
- La Planta de ADR será puesta en marcha en la mitad del 4to trimestre de 2016, cuando comience la lixiviación.
- La construcción de la Fase 2 comenzará al principio del 2do trimestre de 2017 durante la estación seca.

Figura 5.4-3: Fase 2 de desarrollo de patio de lixiviación









MAPA DE UBICACIÓN



MCQSA

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

TÍTULO:

FASES DE LA PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN

SRC Y LAMALUK PANAMÁ, S.A.	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001			REVISIÓN: VF00	
	DIBUJO DIS	J.O.G.	FECHA	DIC 2014	Nº: 5.5-4-B
	RESPONSABLE	G.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: - Cartografía Nacional 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002
- Datum WGS84 Zona 17 Norte

5.4.2.1.2 Drenajes

Para recoger y transportar agua de los manantiales que se desarrollan por debajo del HLF Maricela, los drenajes existentes, deberán ser preparados por medio de excavación de suelos sueltos e inestables; posteriormente deberán ser rellenados con grava gruesa y durable y colocados como sumideros alrededor de una tubería de polietileno corrugado perforado (CPE por sus siglas en inglés). Los manantiales ubicados en las laderas gradiente arriba de los drenajes existentes, y que se encuentren dentro de la cimentación del HLF, serán equipados con drenajes similares y fluirán por gravedad a los subdrenajes principales. Los subdrenajes serán separados hidráulicamente del mineral apilado y de la solución por una capa de suelo arcilloso de baja permeabilidad debajo de un recubrimiento de geomembrana de alta densidad de polietileno (HDPE por sus siglas en inglés).

5.4.2.1.3 Nivelación de la Plataforma de Lixiviados y Diseño del Sistema de Recubrimiento

El sitio donde se ubica el HLF Maricela será preparado para construcción. Previamente se deberá limpiar, arrancar, y despojar la vegetación a una profundidad promedio de aproximadamente 0.4 m.

Se requerirá la nivelación de los taludes del patio de lixiviación para satisfacer criterios mínimos establecidos por el factor de seguridad y para promover el flujo de solución por gravedad positiva en el sistema de colección de solución sobre el recubrimiento del patio de lixiviación. En general, este constará de un corte localizado y de la colocación de un relleno a lo largo de la punta sur del patio para lograr un grado máximo de diseño de 2%. La nivelación también incluirá la conformación general del patio de lixiviación para proporcionar una superficie lisa y plana con pendientes locales que no superen una inclinación de 2H: 1V previa preparación para la colocación del recubrimiento. La nivelación también incluirá darle forma general al patio de lixiviados para proveer superficies suaves y planas con taludes locales con una pendiente no mayor a 2H: 1V previa preparación para la colocación del revestimiento. Se nivelarán los taludes

orientados hacia el extremo Sur del HLF para que no tengan una pendiente mayor que 3H: 1V para asegurar la estabilidad geotécnica.

Debido a la topografía naturalmente inclinada que oscila entre un 8 % y un 80 %, se requerirá una nivelación dentro del patio de lixiviación y el camino de acceso perimetral para proporcionar condiciones adecuadas para la colocación del recubrimiento de geomembrana y la capa subyacente de suelo arcilloso. Los materiales in-situ excavados durante la formación general del patio de lixiviación pueden ser utilizados como relleno estructural en áreas donde se requiera relleno. El camino de acceso perimetral que rodea la HLF es generalmente ubicado en áreas de corte para reducir los rellenos tipo astilla.

El material excavado de las áreas de corte, o material adecuado de desechos de la mina que cumpla con los requisitos tradicionales de relleno estructural, también se puede utilizar para construir la plataforma de estanque/proceso, para llenar los drenajes profundos, y para construir el relleno de la punta sur del HLF.

El Sistema de recubrimiento del HLF, consistirá de:

- Una subrasante compactada;
- Un suelo de grano fino (suelo arcilloso), que puede ser compactado in-situ o de las fuentes de préstamo identificadas, humectado y compactado para proporcionar una permeabilidad de $1x10^{-6}$ cm/seg o menos;
- Un sistema de detección de filtraciones, que consiste de tubos de polietileno perforado corrugado (CPE), rodeados por gravilla impermeable bajo el revestimiento de geomembrana y tubos principales de recolección de soluciones a lo largo del extremo Sur del HLF;
- Un revestimiento único de geomembrana de HDPE texturizado por ambos lados; y
- Material de recubrimiento triturado, limpio e impermeable colocado en una elevación sencilla no compactada sobre el recubrimiento de geomembrana en el área del extremo y a lo largo del fondo de los drenajes para proteger el recubrimiento y

promover el drenaje. El material de revestimiento tendrá una permeabilidad más rápida que $1x10^{-2}$ cm/seg.

5.4.2.1.4 Diseño del sistema de recolección de soluciones por gravedad

Esta sección describe el diseño de las celdas de recolección de soluciones, el sistema de recolección de soluciones por gravedad y el sistema de transporte de soluciones por gravedad del HLF Maricela, incluyendo para los sistemas de tuberías, el diseño, rutas, capacidad y desviaciones.

5.4.2.1.5 Celdas de recolección de soluciones internas

El patio de lixiviación se dividirá en 5 celdas usando bermas forradas, en la que cada celda tendrá áreas de entre 48,000 m² y 74,000 m². Las tuberías de recolección de soluciones pasarán a través de represas de bolsas de arena recubiertas con geomembrana para crear separación hidráulica entre las celdas. Con base en una tasa de aplicación de solución máxima de 12 l/hrs/m² y una tasa de flujo de solución máxima de 700 m³/h, aproximadamente 58,300 m² del HLF estarán bajo los lixiviados en algún momento dado, lo cual es menor que el área individual de cualquier celda. Por tanto, la tasa máxima de flujo que se puede esperar en cualquier celda no será mayor a la tasa de aplicación máxima de solución de 700 m³/h.

5.4.2.1.6 Sistema de recolección de soluciones

Se instalará un sistema de recolección de soluciones, el cual consiste de una red de tubos de recolección perforados en cada celda del HLF. Las tuberías de recolección de soluciones estarán colocadas sobre el revestimiento de geomembrana, (ver en anexo Reporte de Diseño de Pre-Factibilidad para las Instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril. 2014). En las áreas de la plataforma con taludes más planos que el 20% (principalmente en el relleno extremo de la porción Sur del patio de lixiviados), las tuberías de recolección de soluciones estarán cubiertas de un material de recubrimiento libre impermeable, sobre las tuberías de recolección. Adicionalmente, el material de grava se utilizará como material de balasto (tipo de árido de

una granulometría variable entre 40mm y 150mm aproximadamente) para cubrir las tuberías de salida de la celda en áreas del patio con pendientes más planas. En las áreas del patio con pendientes mayores al 20 %, se cubrirán las tuberías de colección de solución con la primera capa de mineral triturado.

Las tuberías de recolección de soluciones varían de 100 mm (soluciones terciarias) a 600 mm (soluciones primarias) con tubos más pequeños alimentando las tuberías gradualmente más grandes. Los tubos más pequeños serán de polietileno corrugado perforado (CPE) y los más grandes son de HDPE perforado con un grosor de paredes que varía entre DR11 y DR17. Antes de la salir de cada celda, las tuberías de recolección de solución primaria hacen una transición a tuberías no perforadas para el transporte de soluciones al estanque de solución cargada. (Ver dibujos HC 5, HC 6 y HC 7 del estudio de Pre factibilidad, 2014).

5.4.2.1.7 Capacidad de la tubería de soluciones

El Sistema de recolección de soluciones ha sido diseñado para minimizar la carga hidráulica en el sistema de revestimiento. Las tuberías estarán cubiertas con un revestimiento impermeable en los taludes más planos que el 20% y con mineral triturado en los taludes con pendiente de más del 20%. Para simplificar el diseño del Sistema de tuberías terciario, se utilizó el siguiente espaciado:

- Espacio de 5 m para taludes con pendientes menores que el 20%.
- Espacio de 3 m para taludes con pendientes mayores que el 20%.

El espaciado de los tubos de recolección terciarios ha sido diseñado mediante la consideración del área máxima bajo el lixiviado que cada tubo podría requerir para drenar usando la tasa máxima posible de aplicación de solución de 12 l/hrs/m² y para limitar la carga hidráulica en el sistema de revestimiento a un máximo de 0.7 m. Bajo condiciones normales de operación, la tasa de aplicación nominal será limitada a 10 l/hrs/m^2. La Tabla 5.4-5 presenta la capacidad de diseño de los tubos terciarios:

Tabla 5.4-5: Capacidad de los tubos de recolección terciaria

Criterios de Diseño de los Tubos de Recolección Terciaria				
Rango del Talud	Talud de Diseño	Capacidad Máxima (m^3/hrs)	Capacidad de Diseño (m^3/hrs)	Longitud Máxima de Diseño (m)
Del 1% al 20%	1%	22	11	180
Del 20% al 50%	20%	100	50	1,390

Fuente: Informe de Pre-factibilidad del HLF, Golder Associates, 2014.

Las tuberías de colección CPE perforadas secundarias reciben flujo de las tuberías terciarias y aumentan de diámetro hacia aguas abajo de las tuberías de colección primaria en cada celda. Las tuberías de colección secundaria son tuberías perforadas de CPE que son diseñadas conservadoramente asumiendo que aproximadamente la mitad del flujo total (para tomar en cuenta el escalamiento y la deformación) de la pendiente mínima de cada tramo de tubería.

Los tubos de HDPE de recolección primaria reciben el flujo de los tubos terciarios y secundarios. Las tuberías primarias son de HDPE perforado y su tamaño permite el flujo usando un coeficiente de rigidez de Manning *n* de 0.017, que es un valor conservador que toma en cuenta la escala dentro de las tuberías. El grosor relativo de las paredes de las tuberías de recolección de solución primaria varía entre DR11 y DR17 dentro de la instalación, con base en el sobre esfuerzo del manto de recubrimiento aplicado a la tubería por el mineral que está sobre la misma. Las tuberías de recolección primaria están diseñadas para resistir el pandeo y deformación, por tanto, no se aplica ningún factor de seguridad a la capacidad de flujo.

Las tuberías perforadas primarias de colección hacen una transición a tuberías de salida de celdas no perforadas de HDPE inmediatamente antes de penetrar a través de cada una de las celdas forradas con geomembrana secundarias de las celdas de separación de la berma.

Las tuberías de pared sólida transportan la solución cargada al canal de salida Sur de la Celda 1 y finalmente al estanque de solución cargada. Las tuberías de salida de la

celda están diseñadas para transportar una tasa de aplicación de solución máxima de 700 m³/hrs a un talud de diseño mínimo del 1%.

Debido a que el sistema de recolección de soluciones es primordial para mantener el desempeño del sistema de revestimiento y para la recuperación de recursos, se ha diseñado la red de tuberías de forma conservadora para promover el desarrollo a largo plazo. Las características del diseño conservador incluyen lo siguiente:

- Permeabilidad más rápida que 1×10^{-2} cm/s para el material de revestimiento.
- Permeabilidad más rápida que 5×10^{-3} cm/s para el mineral triturado en contacto con los tubos de recolección.
- Tamaño de tubería adecuado que permita el flujo de diseño al 50% de la capacidad de las tuberías, para tuberías de colección secundaria y terciaria tomando en cuenta la deformación de la tubería.
- Un factor de seguridad de 2 contra el pandeo de pared para todas las tuberías primarias.

El diseño hidráulico completo del sistema de tuberías de solución se presenta en detalle en el Reporte de Diseño de Pre-Factibilidad para las Instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril, 2014

5.4.2.1.8 Deflexión de la tubería de soluciones y pandeo de paredes

Los tubos de CPE y HDPE usados para el sistema de recolección de soluciones han sido diseñados usando una filosofía de tuberías flexibles. Los tubos flexibles resisten el daño durante la carga al distorsionarse de manera suficiente para transferir las cargas excesivas al material de apoyo circundante (material del revestimiento). Como parte del diseño, en el estudio de pre-factibilidad se evaluó la integridad estructural del sistema de tuberías de recolección por gravedad sobre el revestimiento y la reducción resultante en la capacidad de flujo debido a la deflexión de la tubería, considerando la presión vertical que ejerce la altura máxima de la pila de mineral de 75 m.

Los tubos de CPE de recolección terciaria y secundaria han sido diseñados para transportar la tasa de flujo de aplicación máxima (12 l/hrs/m²) en cada tubería a un lleno de aproximadamente el 50%. La capacidad adicional incluida en el sistema permite tanto la deformación de los tubos debido a la carga de la pila, como la provisión de capacidad adicional para tormentas durante el periodo crítico inicial de la operación, después de que se haya construido el sistema de recolección de soluciones y antes de apilar las primeras cargas de mineral.

Las tuberías de recolección primaria consisten de tubos de HDPE con tasas de DR variables para resistir el pandeo de las paredes y la deflexión de los tubos causada por la presión excesiva del mineral superpuesto. Debido a que las presiones excesivas varían, la tasa de DR varía entre DR11 y DR17, dependiendo de la altura de la pila de material sobre la tubería. Con base en las recomendaciones del fabricante del tubo, se usó un FOS de 2.0 contra el pandeo de paredes para el diseño. En las áreas donde se anticipa que la altura de la pila de mineral será mayor que 40 m, las tuberías de recolección recibirán una clasificación DR de DR11. Donde la altura de la pila de mineral será menor que 40 m, las tuberías serán clasificadas como DR17.

5.4.2.1.9 Pileta de solución enriquecida

Los lixiviados serán recolectados en el sistema de recolección de solución y se suministran por gravedad hasta la pileta de solución enriquecida para su procesamiento a través de la planta de ADR. Se prevé que durante condiciones irregulares, como tormentas y cortes de energía, se excederá la capacidad de almacenamiento de la pileta de solución enriquecida y se desbordará hacia la pileta de eventos. Las piletas de solución rica y eventos estarán ubicadas inmediatamente al sur de la Celda 1. La plataforma de proceso incluye las siguientes instalaciones:

- Planta ADR;
- Tanque de solución estéril;
- Bombas y tuberías;
- Evaporadores flotantes de emisión de aerosol;

- Almacenamiento del reactivo y
- Planta de tratamiento de agua.

5.4.2.1.10 Sistema de protección de las piletas de solución enriquecida y de eventos

Las piletas de solución enriquecida y de eventos tendrán cada una revestimientos de geomembrana de doble contención independientes y sistemas de detección de fugas. El sistema de revestimiento de las piletas, consistirá de:

- Una subrasante compactada;
- Suelo de grano fino con un mínimo de 300 mm de espesor (suelo arcilloso), ya sea compactado en su lugar o de fuentes de préstamo identificados;
- Una geomembrana HDPE secundaria única;
- Un sistema de detección de fugas;
- Revestimiento de geonet HDPE por encima de la geomembrana secundaria y
- Geomembrana primaria HDPE con texturizado de solo un lado hacia arriba

Cada pileta ha sido diseñada con doble contención y sistemas de detección de fugas.

5.4.2.1.11 Descripción de las piletas

Las soluciones y aguas pluviales provenientes del HLF entran inicialmente a la pileta de solución enriquecida. En condiciones donde aumente el volumen y este sea demasiado, la solución dentro de la pileta de solución enriquecida, se desborda vía un vertedor de cresta amplia, forrado con geomembrana, hacia la pileta de eventos. Del mismo modo, los desbordes debido a condiciones adversas en la planta ADR, tanque estéril, y planta de tratamiento rebosaran a través de vertedores forrados con geomembrana o tuberías hacia piletas de proceso.

La elevación de la cresta en las piletas de solución rica y de eventos son iguales; por lo tanto, ambas piletas se combinan para proporcionar un almacenamiento de margen libre encima del vertedor de la pileta de solución enriquecida y el vertedor de emergencia de la pileta de eventos.

5.4.2.1.12 Pileta de solución enriquecida

La pileta de solución enriquecida tendrá forma trapezoidal con orientación noroeste-sureste. Las dimensiones más largas de la pileta miden aproximadamente 120 m de ancho por 40 m de largo en su cresta y tiene 12 m de profundidad con pendientes laterales de 2H: 1V. La pileta de solución enriquecida tendrá un vertedor que descargará hacia la pileta de eventos que se ubica un metro por debajo de la cresta. El fondo de la pileta se inclina hacia un sumidero ubicado al noroeste que servirá para la evacuación de flujos y detección de fugas. El canal de colección de solución entra hacia la pileta en dirección noreste, un metro por debajo de la cresta de la misma.

La pileta de solución enriquecida acepta flujos de varias fuentes de entrada y tiene dos opciones de salida. La solución está diseñada para entrar a la pileta a través del canal de colección de solución, la tubería de rebose del tanque estéril, la tubería de rebose de la planta ADR y a través del sistema de retro bombeo de la pileta de eventos. La pileta de solución enriquecida ha sido diseñada con un sistema de retro bombeo que bombea la solución a los tanques de solución enriquecida y solución estéril. Si el volumen de solución dentro de la pileta de solución enriquecida alcanza el nivel de rebose del vertedor, la solución fluirá hacia la pileta de eventos.

5.4.2.1.13 Pileta de eventos

La pileta de eventos se ubica hacia el sur de la pileta de solución enriquecida y tendrá forma trapezoidal y orientada en dirección noreste-suroeste. Las dimensiones más largas de la pileta de eventos miden aproximadamente 140 m de ancho por 214 m de largo en su cresta y la misma tendrá una profundidad de 20 m con pendientes laterales de 2H: 1V. El fondo del estanque se inclina hacia un sumidero ubicado hacia el rincón noroeste por la evacuación de fluidos y detección de fugas.

La pileta de eventos proporciona capacidad adicional de almacenamiento para la pileta de solución enriquecida. Por medio de un vertedero se recoge la solución de la pileta de solución enriquecida y regresa la solución a dicha pileta por medio de un sistema de retro bombeo localizado en el sumidero ubicado en el rincón noroeste de la pileta. El

sistema de tratamiento de agua se ubica a lo largo del borde sureste para tratar y descargar la solución cuando sea necesario.

La pileta de eventos incluye un vertedor de emergencia ubicado hacia el borde sur el cual sirve para prevenir una falla catastrófica del terraplén de dicha pileta en el caso de que haya una tormenta extrema o que se susciten condiciones adversas que vayan más allá de las condiciones de diseño.

5.4.2.1.14 Requerimientos de Capacidad de Flujo de las Piletas

El patio de lixiviados (HLF) ha sido diseñado para aportar cero descargas ya sea agua superficial o agua subterránea durante condiciones de clima de años normales, mientras que el mineral está siendo apilado en dicho patio.

Se incorporó una planta de tratamiento de agua de 300 m³/hrs en el sistema de fluido de proceso para eliminar el exceso de agua de proceso si se presenta una tormenta grande o condiciones climáticas más húmedas que las del promedio anual. Las piletas del proceso de lixiviación incluyen provisiones para acomodar los requisitos mínimos por volumen de almacenamiento por debajo de las siguientes condiciones adversas a saber, 0.5 m de borde libre para ambas piletas (solución rica y de eventos):

Pileta enriquecida:

- Un volumen de operación de 24 horas para mantener la producción de la Planta de ADR a 700 m³ / hrs durante evento de bajo ingreso;
- 24 horas de drenaje del patio de lixiviación, debido a condiciones adversas, tales como una pérdida de electricidad y
- 110% del volumen total del tanque de solución estéril.

Pileta de eventos:

- Acumulación máxima de flujos en la pileta de eventos durante la temporada de lluvias (promedio anual) para eliminar la descarga de agua tratada al drenaje natural

Combinación pileta de solución rica y pileta de eventos hacia el vertedero de emergencia de la pileta de eventos:

- El evento de tormenta de 100 años y 24 horas en patio de lixiviación y piletas recubiertas con geomembrana.

La Tabla 5.4-6 resume la capacidad de requerimientos y almacenaje disponibles para la pileta de procesos.

Tabla 5.4-6: Volúmenes de almacenamiento de estanque

Pileta	Criterio	Volumen requerido (m^3)	Volumen disponible (m^3)
Enriquecida	Para desagüe de derrame	34,200	40,100
Eventos	Para desagüe de derrame de pileta	239,400	273,200
Combinado	Para desagüe de emergencia de pileta de evento	323,200	330,100

Fuente: Estud o de pre-factibilidad HLF, Golder Associates, 2014.

5.4.2.2 Sistemas de detección de fugas

El HLF Maricela ha sido diseñado para proporcionar contención usando los siguientes sistemas para cada componente de la instalación:

- Patio de lixiviación y canal de salida - forro compuesto y sistemas de detección de fugas
- Piletas de procesos - forro de contención dual y detección de fugas por encima de forro secundario
- Tanque de solución estéril, planta ADR y planta de tratamiento de agua – concreto sobre el forro de la membrana HDPE

5.4.2.2.1 Detección y recolección de fuga en el patio de lixiviación

El patio de lixiviación y sistema de revestimiento del canal de salida se componen de un recubrimiento de geomembrana HDPE sobre suelos arcillosos compactados de baja permeabilidad. Un sistema de tuberías de detección de fugas ubicado entre el recubrimiento de geomembrana y la capa de suelo arcillosos en las áreas donde hayan flujos de solución concentrada sobre el recubrimiento compuesto. Las tuberías de

salida de las celdas en el canal de salida proporcionan contención primaria de solución mientras que la sección de recubrimiento compuesto del canal de colección de solución proporciona contención secundaria. Cada célula de colección de solución contiene al menos una tubería de cloruro de polivinilo (PVC) para la detección de fugas debajo del recubrimiento de geomembrana directamente debajo de la tubería principal de la colección. La Celda 1 tendrá un total de dos tubos de detección de fugas debido a la distribución de la tubería de recolección primaria.

Las tuberías de detección de fugas están rodeadas por y asentadas por grava de drenaje y un geotextil no tejido directamente debajo del recubrimiento de la geomembrana. El sistema de detección de fugas permite el monitoreo y muestreo de los flujos recogidos desde dentro del sistema. La detección de fugas en cada célula está separada hidráulicamente para monitorear la solución dentro de cada celda.

Una sola tubería PVC de detección de fugas se ubica debajo del canal de salida entre la salida de la Celda 1 y la pileta de solución rica.

5.4.2.2.2 Detección de fuga en el estanque cargado y de evento

La pileta enriquecida y de eventos incorpora un recubrimiento de doble contención y sistemas de detección de fugas independientes entre cada otro, el patio de lixiviación, el canal de salida, y las losas de contención de las instalaciones de proceso. Se proporciona la contención doble por los recubrimientos de geomembrana HDPE primarias y secundarios. Una geomembrana HDPE instalada entre los recubrimientos primarios y secundarios recoge el agua convicta que pasa por el recubrimiento primario. El fondo de cada estanque ha sido diseñado para drenar a un sumidero de detección de fugas lleno de grava y de drenaje libre.

5.4.2.2.3 Sistema de manejo de aguas pluviales

El patio de lixiviación (HLF) Maricela requerirá canales de desvío de aguas pluviales a lo largo del camino de acceso perimetral norte para capturar escorrentía de las áreas de captación gradiente arriba del patio de lixiviación. Para capturar y llevar la

escorrentía de los cortes de la superficie requerida para construir el camino de acceso perimetral del HLF, se construirán unas zanjas pequeñas de desvío lo largo del borde el camino de acceso.

El canal de desvío norte está diseñado para llevar adecuadamente la escorrentía generada de un evento de tormenta de 100 años, por 24 horas. El canal consistirá en un canal de forma "U" forrado con concreto. El canal tendrá paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto para el fácil mantenimiento y la remoción de sedimentos. El canal fluye en una dirección del oeste hacia el este y suelta los flujos a la cabeza de un drenaje sin nombre al este de la Quebrada Maricela vía una estructura de salida.

Un canal más pequeño de forma "U" forrado en concreto estará ubicado a lo largo del borde exterior del camino de acceso perimetral del HLF para capturar la afluencia de los cortes superficiales creados durante la construcción. Estos canales liberarán los flujos a través de una estructura de salida, situada en un lugar necesario para la descarga. Los puntos de descarga están situados donde las transiciones de la carretera del perímetro de corte para llenar pistas y la inversión del sentido de flujo.

Para controlar los sedimentos generados de los flujos de agua de superficie en los alrededores del HLF Maricela, una estructura de control de sedimento será construida aguas abajo de las piletas de proceso. La estructura de control de sedimentos se utilizará para controlar el transporte de sedimentos en Quebrada Maricela. La estructura de control de sedimentos se construye de gaviones llenos de roca, similar a otras estructuras de control de sedimentos existentes construidos en el sitio. La estructura de control de sedimentos actúa como una trampa de asentamiento, que permite que los sedimentos se asienten fuera de los flujos de corriente y se depositan aguas arribas del terraplén de la estructura de control de sedimento.

5.4.2.3 Diseño de instalación de botadero de residuos de rocas

Se identificaron varias alternativas posibles para ubicar el WRD incluyendo la propuesta del WRD Chontal Arriba y un sitio al sur del sitio propuesto del Tajo La Pava.

Después de la exploración de los sitios potenciales, se llevo a cabo una revisión de los datos geotécnicos existentes, una investigación poco profunda del subsuelo de uno de los sitios, e ingeniería conceptual, y se identificó el sitio propuesto del WRD Chontal superior como el sitio preferido para acomodar el volumen esperado de material de desecho. Los criterios de diseño utilizados en el proceso de selección incluyeron:

- Habilidad de proporcionar capacidad suficiente para residuos de roca identificados en el modelo actual de la mina;
- La proximidad a los tajos;
- Terreno adecuado para el apilamiento y la operación;
- Estabilidad geotécnica;
- Pequeña pendiente cuenca arriba y
- Aceptación social anticipada procedente de las comunidades cercanas a los sitios de los Proyectos.

La roca estéril será depositada en una instalación dedicada específicamente al botadero de roca estéril, llamado WRD Chontal superior, ubicada al este de la reserva de mineral. El WRD Chontal arriba contendrá aproximadamente 14 MTM de residuos de roca, y tendrá una altura máxima de unos 80 m. Como está previsto actualmente, el WRD Chontal Arriba tiene una altura media de unos 30 m y cubre un área de aproximadamente 235.000 m2. El sitio se extiende en la elevación de aproximadamente 350 msnm en la base del vertedero a unos 455 msnm en la cresta de volcado final.

El WRD Chontal Arriba será desarrollado utilizando un enfoque progresivo que combina la construcción con la operación, lo que implica la preparación del sitio secuencial, la construcción de desagüe inferior, y la colocación de desechos de rocas. Un canal de desvió de aguas pluviales será construido primero por el perímetro del WRD para

desviar las aguas pluviales gradiente arriba alrededor de la instalación. El canal de desvío de aguas pluviales descargará el agua desviada a la Quebrada Chontal, ubicada al norte de la pila de mineral.

Antes de la colocación del material del botadero, el suelo existente será despojado de la capa vegetal y de suelos arcillosos superficiales. Los materiales removidos serán colocados sobre una reserva de capa vegetal para su uso posterior durante la etapa de cierre y restauración del proyecto. Se instalaran subdrenajes en los drenajes naturales debajo de la primera carga de desecho concurrente con la capa vegetal despojada. Al terminar la colocación de los desechos, el botadero será re-nivelado para aplanar los ángulos de reposo de los taludes a una pendiente de cierre final más plana que 2.5H:1V y para desarrollar los bancos para control de agua superficial a largo plazo.

Los suelos superficiales almacenados y tierra vegetal extraídos durante la preparación del sitio se colocarán en la ladera de recuperación final como cubierta para reducir la erosión y transporte de sedimentos y para promover la revegetación.

5.4.2.3.1 Limpieza y depuración

Antes de que se pueda depositar los desechos de roca en la parte alta de la zona de Chontal Arriba, se limpiara de árboles y arbustos. Los tocones y raíces fuertes serán eliminados. La subrasante remanente deberá ser limpiada de cualquier vegetación remanente, masas de raíces y capa vegetal con alto contenido de materia orgánica. La materia orgánica y el suelo despojado, se preservarán para ser utilizados como una capa de recuperación final a colocar sobre el botadero, una vez este se cierre. Los suelos débiles, saturados, y arcillosos también serán removidos y preservados en una reserva independiente de la capa vegetal preservada. La profundidad total de la capa vegetal y suelo débil removido se estima de entre cero y 0.8 m en pendientes, con promedio de unos 0.4 m, y hasta varios metros en la parte inferior de los drenajes naturales.

5.4.2.3.2 Subdrenajes

Se instalarán subdrenajes en los drenajes primarios del WRD Chontal Superior, para recoger y transportar agua de manantial hacia el drenaje natural, más allá de la punta norte del WRD Chontal superior. Se espera que el agua colectada en los subdrenajes sea de calidad suficiente para descargarla directamente a la Quebrada Chontal existente. Los subdrenajes reducirán el contacto del agua de manantial con la roca estéril para prevenir el desarrollo de presiones de poro en el botadero como requisito para la estabilidad de taludes del área del botadero. Los subdrenajes serán desarrollados sobre-excavando cualquier tipo de suelos débiles, para luego colocarlos y rodearlos con una tubería perforada con grava gruesa y durable y con un geotextil no tejido.

Las aguas de manantiales que se identifiquen dentro del WRD Chontal superior y fuera de los límites de los drenajes naturales, se les instalarán subdrenajes similares. Los subdrenajes de las aguas de manantiales descargarán en los subdrenajes de los principales drenajes naturales.

5.4.2.3.3 Apilamiento

La roca estéril se colocará en cargas con un ángulo de reposo de 10 a 15 m de alto, con compensaciones entre cargas para proporcionar una pendiente lateral total de 2.5H:1V. El ángulo de reposo de las pendientes estará nivelado durante la fase de recuperación para establecer la estabilidad de los bancos de control del agua superficial a largo plazo.

El apilamiento comenzará desde las elevaciones más bajas del sitio del botadero y se extenderán hacia arriba y hacia el este, lo cual será necesario para mantener la estabilidad operacional. La superficie activa del botadero será nivelada para que se drene hacia la pendiente natural del sitio, donde el escurrimiento de agua superficial entrará a la Quebrada Chontal. La escorrentía superficial del WRD Chontal superior será manejada por la estructura de control de sedimentos ya existente ubicada agua arriba de la confluencia de la Quebrada Chontal con el Rio Quema.

5.4.2.4 Consideraciones geotécnicas

5.4.2.4.1 Análisis de estabilidad

Se realizaron análisis de estabilidad de taludes para evaluar a largo plazo, la estabilidad posterior a la clausura del HFL Maricela y el WRD Chontal Arriba. La geometría propuesta se evaluó en dos secciones para cada instalación; estas secciones se denotan como 1 y 2 para El HLF y 3 y 4 para el WRD. La estabilidad se evaluó para las siguientes condiciones de diseño:

- Estático, clausura - Estos análisis evalúan la estabilidad posterior a la clausura del HFL y WRD en sus configuraciones finales construidos. Esta condición corresponde al HLF en su altura máxima de diseño de 75 m (20 Mt de capacidad) y HLF en altura máxima de diseño de 80 m (14 Mt) de capacidad.
- Sísmica, clausura - Estos análisis evalúan la estabilidad de las configuraciones posteriores al cierre final de El HLF y WRD sometido a cargas sísmicas de un evento de diseño. Con base en la evaluación del peligro sísmico, Golder selecciona un terremoto con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años (periodo de retorno de 475 años), con un pico de aceleración del suelo prevista de 0,24 g en el sitio. El nivel previsto de las aceleraciones inducidas por el terremoto que actúen en estas instalaciones se basa en el sitio estimado PGA. Un diseño coeficiente sísmico (k) de 0,12 g (que corresponden a 50% del sitio de la PGA) se utilizó en el análisis de estabilidad de la pendiente sísmica.

Para estas dos condiciones de diseño, se realizaron análisis por separado para evaluar los diferentes modos de fallos potenciales con El HLF y el WRD; estos son:

- Falla en el sistema de revestimiento- utilizado para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a lo largo de las interfaces del sistema de línea de base y el suelo-geomembrana. Estas superficies se extienden desde la cima de la pendiente y pasan a lo largo (no a través de) el sistema de revestimiento y de salida en el pie del talud. Este tipo de falla se evaluó para el HFL (secciones 1 y 2) solamente.
- Derrumbe de taludes en general a través de residuos de roca - se utiliza para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de toda la altura del

WRD y representan una falla de la pendiente global (o global). Estas superficies se extienden desde la cresta de la pendiente y la salida cerca de la punta del pie de la pendiente. Este tipo de falla se evaluó para el WRD (secciones 3 y 4) únicamente.

- Falla de profundidad a través de la fundación - se utiliza para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de toda la altura y la pendiente de El HLF y WRD extenderse en el macizo rocoso subyacente a continuación. Este tipo de falla se evaluó tanto el HLF (secciones 1 y 2) y WRD (secciones 3 y 4).

5.4.2.4.2 Propiedades del material selecto

Los datos de pruebas de laboratorio y de campo de trabajos anteriores (Knight Piésold 1994, Knight Piésold 1996, Tetra Tech 2008), el estudio Preliminar de Factibilidad de Taludes de Golder (2013) y las investigaciones de Golder 2013, se utilizaron para el desarrollo de las propiedades de los materiales geotécnicos para la estabilidad análisis de las instalaciones HLF y WRD. Parámetros de resistencia y pesos unitarios utilizados para los análisis estáticos y estabilidad se resumen en la Tabla 5.4-7.

Tabla 5.4-7: Resumen de las propiedades de los materiales utilizados para el análisis de estabilidad de taludes

Tipo de material	Peso de la unidad	Parámetros y fuerza del modelo
Pilas de lixiviación de mineral	$_{humedad}$ = 20 kN/m^3	□' =34 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Residuos de roca	$_{humedad}$ = 20 kN/m^3	□' =31 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Relleno estructural	$_{humedad}$ = 19 kN/m^3 $_{sat}$ = 20 kN/m^3	□' =31 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Sistema de revestimiento base	$_{humedad}$ = 19 kN/m^3	□' =21 deg. a' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Material de fundación	$_{humedad}$ = 23 kN/m^3	UCS = 15,000 kPa, RMR_{76} = 42 m_i = 25, D = 0 (Hoek-Brown Generalizado)

Nota: moist = peso de medida de humedad; $_{sat}$ = peso de medida saturado; = ángulo de fricción efectivo; c' = cohesión efectiva; = ángulo de interface de fricción de suelo a membrana texturizadas; a' = interface de adhesión de geomembrana texturizada a suelo; UCS = fuerza de compresión no confinada en roca intacta; RMR_{76} = capacidad de roca maciza; m_i = material para tipo de roca con la constante Hoek-Brown; D = factor de alteración.

Fuente: Informe de Pre-Factibilidad, Golder Associates, 2014.

Los factores-de-seguridad computados (FS) para el HFL e instalaciones WRD para las condiciones estáticas y sísmicas. Los valores de FS calculados se comparan con los criterios de aceptabilidad para cada condición.

Tabla 5.4-8: Comparación de los FS calculados con los criterios de estabilidad de diseño

Instalación	Sección	Modo de falla	Estática, Clausura Criterio de Diseño - FS ≥ 1.40		Sísmico, Clausura Criterio de Diseño - FS ≥ 1.05	
			FS Calculado	Aceptable?	FS Calculado	Aceptable?
HLF Maricela	1	A lo largo del sistema de revestimiento	1.56	Si	1.10	Si
	2		1.49	Si	1.06	Si
	1	A través de la fundación	2.91	Si	2.12	Si
	2		2.73	Si	2.03	Si
WRD Chontal Arriba	3	A través de los desechos de roca	1.61	Si	1.18	Si
	4		1.62	Si	1.18	Si
	3	A través de la fundación	3.39	Si	2.46	Si
	4		3.00	Si	2.14	Si

Fuente: Informe de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014.

Con base en los resultados de los análisis realizados de la estabilidad de taludes para el Foro de Alto Nivel e instalaciones WRD, las siguientes conclusiones se pueden hacer:

- Para condiciones estáticas, los análisis de estabilidad de taludes demuestran la estabilidad favorable de las dos instalaciones. Los análisis indican un riesgo relativamente bajo para el fracaso a lo largo del sistema de revestimiento HLF y para el fallo total pendiente de la roca desechada en el WRD. Los valores de FS calculados para condiciones estáticas están por encima de los criterios de diseño (FS ≥ 1,40) para condiciones de pendiente estables.

- Análisis de estabilidad para condiciones sísmicas (utilizando un evento de terremoto de periodo de retorno de 475 años) también demuestran la estabilidad favorable de las dos instalaciones. Los análisis indican un riesgo relativamente bajo para un fallo a lo largo del sistema de revestimiento HLF y para el fallo total pendiente del desecho de roca en el WRD. Los valores de FS calculados para condiciones sísmicas están por encima de los criterios de diseño (FS ≥ 1,05) para condiciones de pendiente estables.
- Los análisis indicaron que las fallas que se desarrollan a lo largo del sistema de revestimiento de base (para el Foro de Alto Nivel) y los que pasan a través de toda la altura del desecho de roca (para el WRD) son el modo de fallo crítico para estas instalaciones, tanto en condiciones estáticas y sísmicas. Para ambas instalaciones, los modos de fallo que pasan a través de los materiales de cimentación produjeron FS valores significativamente más altos que el calculado para los otros modos de fallo. En base a esto, los fallos profundos que penetran en la masa de roca por debajo de estas instalaciones se considera que representan un bajo riesgo de inestabilidad en condiciones estáticas y sísmicas.

5.4.2.4.3 Asentamiento de plataforma de lixiviación

En el estudio de pre-factibilidad se evaluó el asentamiento potencial de la HFL Maricela y WRD Chontal Arriba que puede ocurrir debido a la colocación de mineral y desecho de roca. La colocación de material provocará un aumento en la tensión efectiva que actúa sobre el subsuelo causando que el suelo se deforme. Este es un resultado de las partículas en el cambio de masa de suelo y la reducción de espacio vacío en respuesta a la tensión aplicada. Grandes asentamientos diferenciales, que normalmente se producen en los suelos más finos de grano tales como arcillas y limos, tienen el potencial de causar daño a la geomembrana en el HFL o afectar el sistema de drenaje de la FAN y WRD negativamente.

En la evaluación se asume que el subsuelo de grano más fino se eliminará antes de la colocación del revestimiento, mineral o desecho de roca, que se describió

anteriormente. Los suelos depurados serán almacenados para su uso como relleno estructural en la clasificación de El HLF o cubierta como recuperación definitiva.

Aunque la base de El HLF se colocará sobre una base de roca erosionada parecida a la tierra, una parte grande en la punta de El HLF será colocado en relleno de ingeniería estructural. Este material puede ser susceptible a los asentamientos; sin embargo, no se espera que estos asentamientos sean lo suficientemente grandes como para causar efectos adversos en el sistema de revestimiento o la estabilidad de la pila. Se espera que los asentamientos en áreas de relleno sean menos del 1% de la altura de llenado total de la condición de que el relleno se coloca como un relleno de ingeniería estructural. Pequeños asentamientos en los asentamientos de relleno y asentamientos inmediatos en los terrenos de cimentación pueden aparecer debajo de El HLF y WRD; sin embargo, no se espera que las deformaciones que se produzcan tengan ningún efecto negativo en el forro, sistema de recolección de solución, o la estabilidad de la pila. Aunque un análisis de liquidación total no se ha realizado para esta evaluación de pre-factibilidad, será apropiada para caracterizar mejor solución de cualquier relleno profundo en el diseño a nivel de factibilidad.

5.4.3 Operación

El método minero propuesto para el Proyecto será una mina convencional a cielo abierto. La extracción del mineral y roca estéril será mediante excavación simple, así como mediante el uso de taladros y explosivos de ser requerido en rocas duras.

La cantidad de mineral, del tipo sílice y roca fresca, entregado a la plataforma de lixiviación en pilas es de 3.6 Mt al año, las cuales serán extraídas de dos tajos a cielo abierto; el Tajo Pava, Tajo Quemita El mineral del tipo arcilloso será almacenado y procesado al final de la vida útil de la mina debido a que este mineral requiere un método diferente de chancado y aglomeración.

Las tasas de extracción total anual global variará entre una tasa alta de 7.1 Mt de minerales y roca estéril combinados y una tasa baja de 5.5 Mt, con un promedio de 6,4

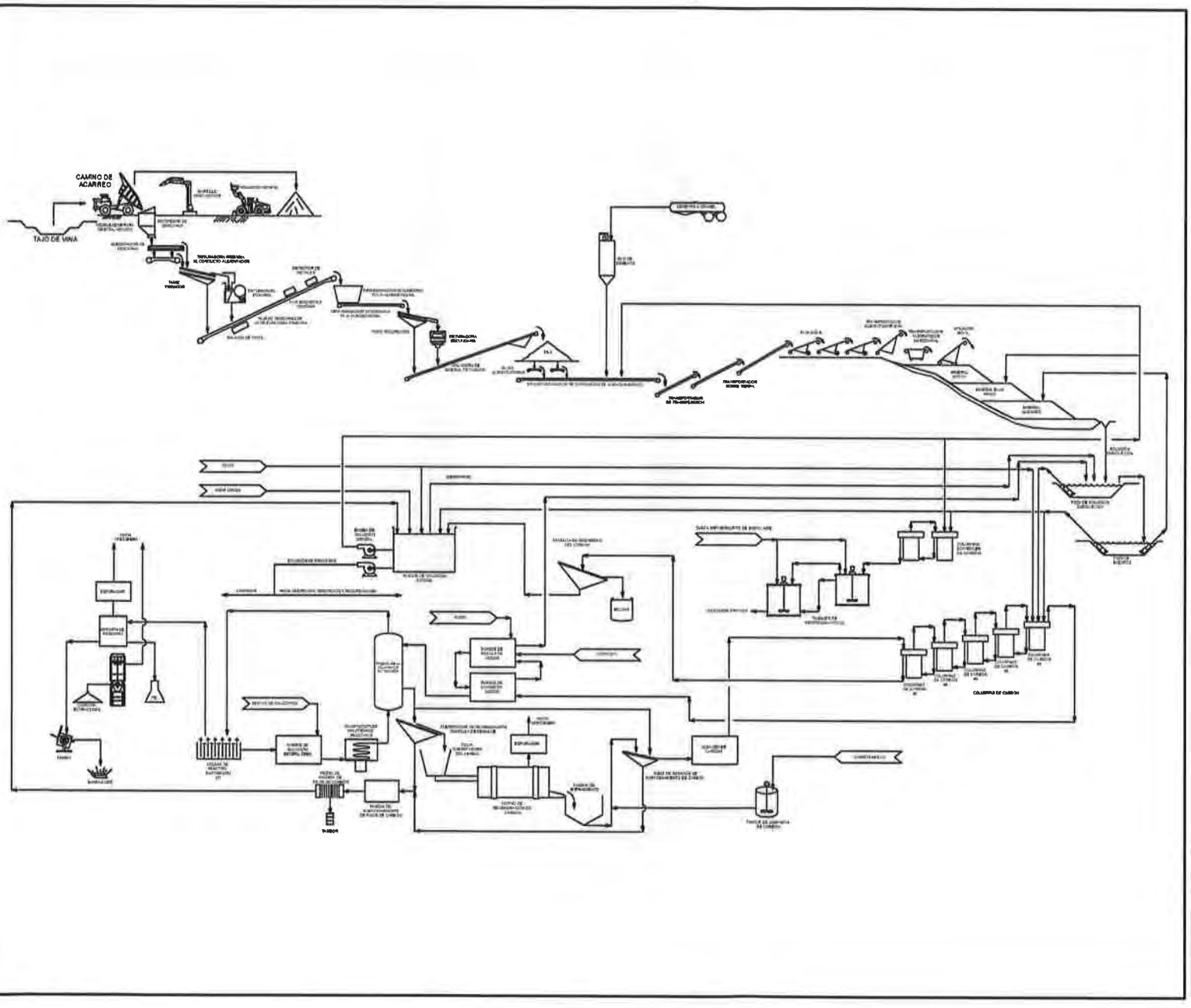
Mt/anuales aproximadamente. Esto resulta en un promedio diario de extracción de 18,000 tpd, de los cuales 10,000 tpd serían minerales.

Para el desarrollo de la mina se emplearán métodos y tecnologías probadas en otras minas ubicadas en sitios tropicales. El tajo abierto operaría usando banquetas de 5 m de alto, así como equipo y tecnología minera convencional.

Las actividades relacionadas con la operación minera consistirán en:

- Excavación, perforación y voladura(solo de ser necesario),
- Control de pendientes,
- Carga y transporte de roca mineralizada y roca estéril,
- Desagüe de los tajos, y
- Servicios y supervisión de la mina.

Ver Figura del Flujograma de proceso minero



MAPA DE UBICACIÓN



CLIENTE:	Minera Cerro Quema S.A.
PROYECTO:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA
TITULO:	FLUJO GRAMA DEL PROCESO MINERO
CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001
REVISIÓN:	VP00
DISEÑO DE: J.G.G.	FECHA: NOV 2014
RESPONSABLE: C.A.S.	FECHA: NOV 2014
APROBADO: E.D.A.	FECHA: NOV 2014
Nº:	5.4-1

5.4.3.1 Fase de extracción en los tajos

La extracción minera en el Tajo La Pava como en el Tajo Quemita se ha subdividido en fases de extracción que serán desarrolladas de manera secuencial. La extracción puede efectuarse en múltiples fases simultáneamente, ya que existe la necesidad de mantener las tasas totales de extracción dentro de un rango razonable y dependiendo de la relación de minerales y roca estéril (desechos) en las banquetas de extracción.

Por ejemplo, cuando se extrae en áreas con relaciones bajas de roca estéril y mineral, también habrá extracción en otros sitios en banquetas con roca estéril y minerales más altas, con el fin de igualar la cantidad del material total movido en diferentes periodos de tiempo. El tiempo de operación de la mina es de aproximadamente 5 años, sin incluir un año de preparación previa para la preparación de los tajos (desbroce),

El tonelaje del mineral y los desechos para cada fase se indica en las Tablas 5.4-9 y 5.4-10 para cada tajo respectivamente

Tabla 5.4-9: Cantidad de extracción en el Tajo La Pava

Tipo de roca extraída	Fase 1 (Mt)[1]	Fase 2 (Mt)	Fase 3 (Mt)	Total por fase (Mt)
Mineralizada	4.94	6.0	3.28	14.22
Estéril	3.2	4.23	2.82	10.25
Total extracción	8.14	10.23	6.1	24.47

(1) Millones de toneladas

Fuente: Informe de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014.

Tabla 5.4-10: Cantidad de extracción en el Tajo Quemita

Tipo de roca extraída	Fase 1 (Mt)[1]	Fase 2 (Mt)	Total por fase (Mt)
Mineralizada	0.61	4.87	5.49
Estéril	0.38	3.63	4.01
Total extracción	0.99	8.5	9.5

(2) Millones de toneladas

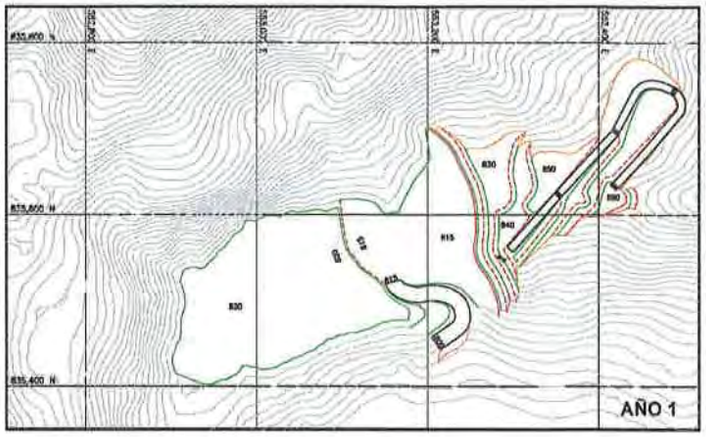
Fuente: Informe de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014.

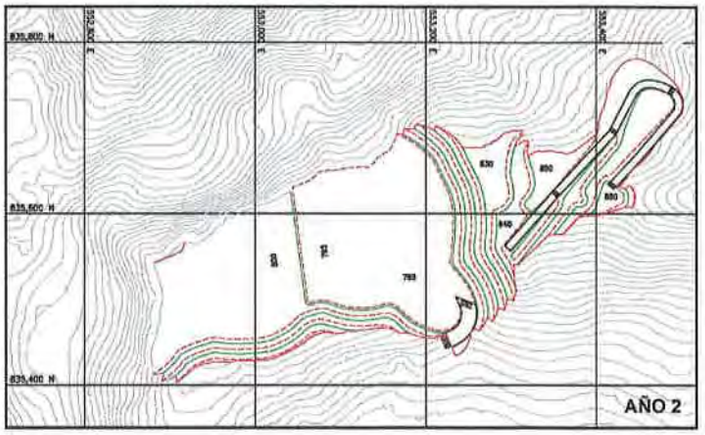
5.4.3.1.1 Diseño de taludes en los tajos

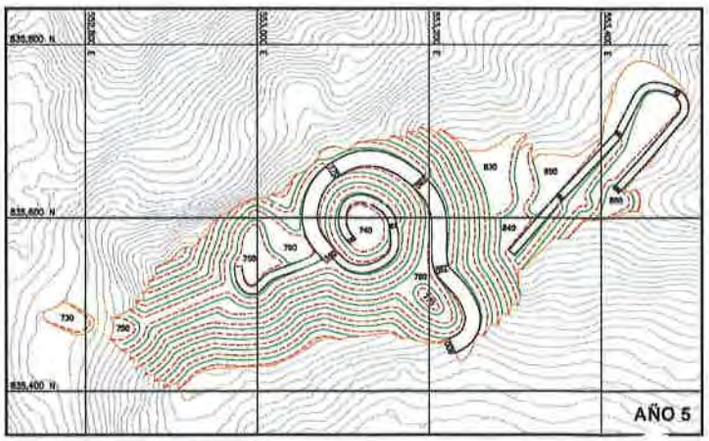
Los taludes en los tajos se realizarán mediante una doble bancada, dejando banquetas de recolección de 6.5 m de ancho en intervalos de 10 m, utilizando un ángulo de cara de banqueta de 62 grados y un ángulo de talud inter-rampa de 40 grados.

En las Figuras No.5.4-5, y 5.4-6 se muestran las tres fases de desarrollo de los Tajos La Pava y las dos fases del Tajo Quemita respectivamente.

Figura 5.4-5: Tajo La Pava







MAPA DE UBICACIÓN



MCQSA

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

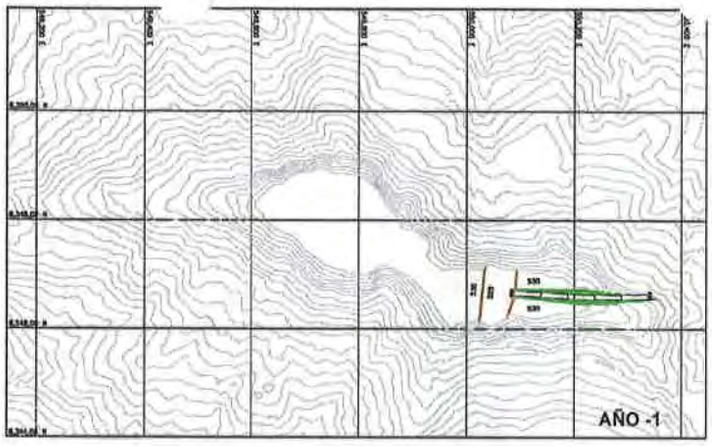
PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

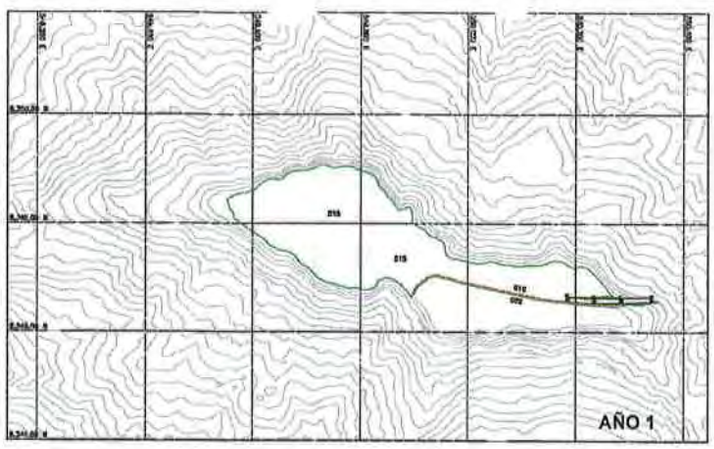
TÍTULO: **FASES DEL TAJO QUEMITA**

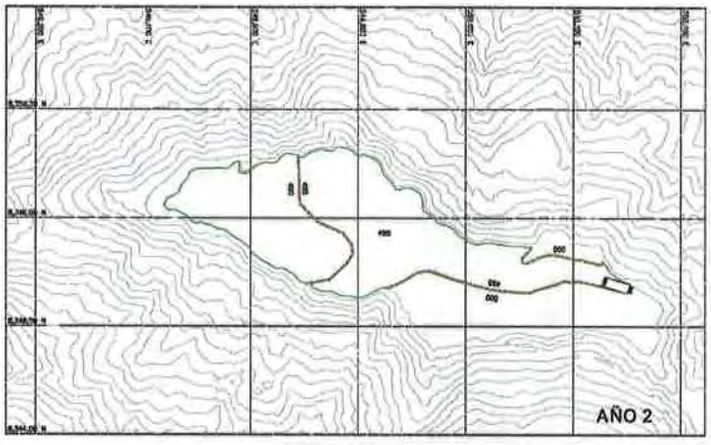
SRC + LAVALIN PANAMÁ, S.A.

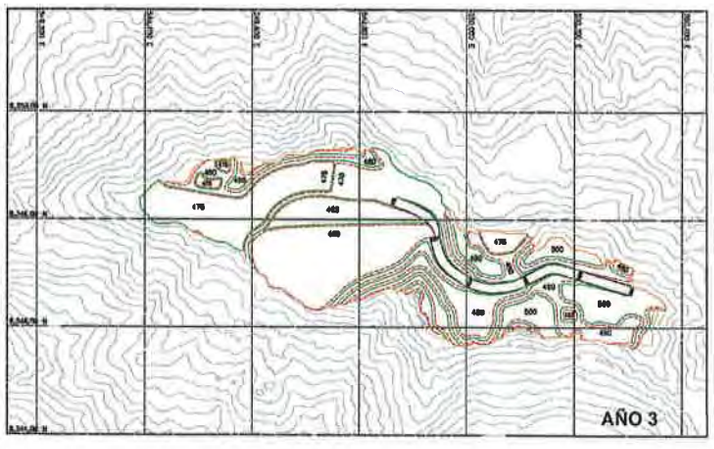
CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001		REVISIÓN:	VF00
DIBUJO D/S	J.C.G.	FECHA	DIC 2014	Nº: 5.5-6
RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

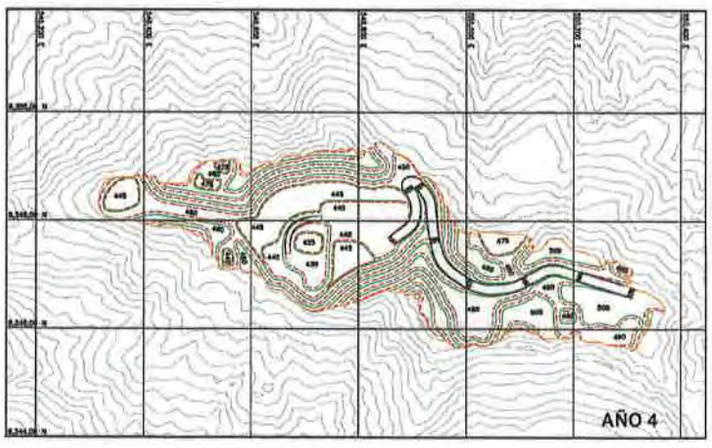
REFERENCIA: - Cartografía Altimetral Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 20 - Datum WGS84, Zona 17 Norte.

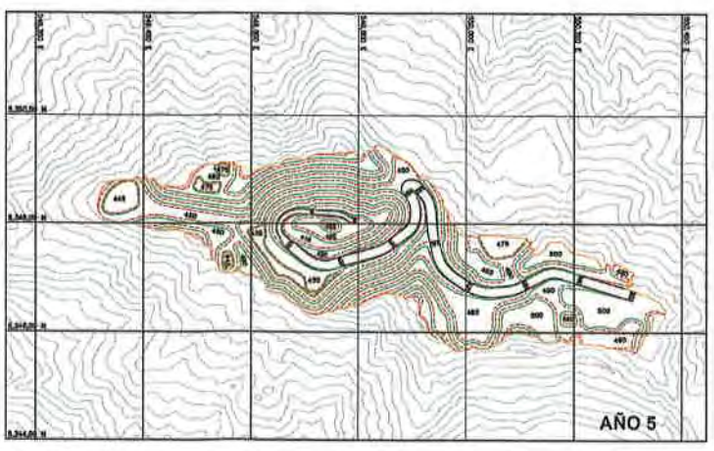












MAPA DE UBICACIÓN



MCQSA

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

TÍTULO: **FASES DEL TAJO LA PAVA**

CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001		REVISIÓN:	VF00
DIBUJO SIG	J.C.G.	FECHA	DIC 2014	Nº:
RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	5.5-5
APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación: Año 2002
- Datum WGS84 Zona 17 Norte

837
838

El cronograma de producción de los tajos a cielo abierto fue desarrollado con varias consideraciones, proveyendo un marco para el plan de producción global. Algunas de ellas se detallan a continuación:

- Mantener las tasas globales de extracción con consistencia razonable de año a año, reconociendo que los volúmenes de desechos (o roca estéril) deben disminuir en los años siguientes;
- La tasa de lixiviación en pilas debe mantenerse en 3.6 Mt por año de mineral del tipo sílice y roca fresca;
- El mineral del tipo arcilloso encontrado dentro de los tajos, será extraído y almacenado para su procesamiento posterior a la vida útil de la mina;
- Asumir el cronograma de incremento mostrado en la Tabla 5.4-11;
- El desarrollo inicial del Tajo La Pava proveerá de roca estéril que será usada durante la construcción de las instalaciones de la mina, para luego extraer mineral con mayor grado del Tajo Quemita;
- El cronograma de producción para el Año -1 y el Año +1 se hizo de manera trimestral y, posteriormente, de manera anual.
- Los almacenes de minerales serán mínimos, es decir de 50,000 t de capacidad, y deberán ubicarse en un área cercana a la trituradora, con excepción del mineral tipo arcilloso y
- Cuantificar los tonelajes de mineral anual con respecto al mineral de sílice, de arcilla y mineral de tipo fresco

Tabla 5.4-11: Producción de tajos a cielo abierto

Año		Mineral (t)	% de Capacidad	Meses de Producción
Año -1	Q1	-		
Año -1	Q2	-		
Año -1	Q3	-		
Año -1	Q4	800,000	89%	Oct = 250kt, Nov=250kt, Dec=300kt
Año 1	Q1	900,000	100%	Ene,Feb,Mar = 300kt por mes = 900kt

Año		Mineral (t)	% de Capacidad	Meses de Producción
Año 1	Q2	900,000	100%	Abr,May,Jun = 300kt por mes = 900kt
Año 1	Q3	900,000	100%	Jul,Ago,Sep = 300kt por mes = 900kt
Año 1	Q4	900,000	100%	Oct,Nov,Dec = 300kt por mes = 900kt
Año 2	Q1-Q4	3,600,000	100%	300 kt por mes por 12 meses

Fuente: Estudio de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014.

5.4.3.2 Perforación y voladura (de ser necesario)

Las perforaciones para las voladuras se realizarán mediante percusión o taladros. El taladro propuesto sería un modelo a diesel, montado sobre orugas, aparejo multi-paso de cabezal alto. El aparejo estaría equipado con un cargador de tubo de tipo carrusel y un sistema de control que permite cambiar el tubo del taladro remotamente desde la cabina del operador. Las tasas de penetración de excavación global en la roca mineralizada relativamente suave y la roca estéril son de 50 m/h. MCQSA designara un ingeniero de voladura, el jefe de voladura y el equipo de voladura responsables de dicha actividad.

Se usará un sistema convencional de iniciación de voladura. Se usará una línea inferior no-eléctrica con un detonador e impulsador en cada hoyo de voladura. Se espera utilizar un 70% de agente de voladura ANFO del -30% de emulsión, debido a las condiciones de humedad del sitio de la mina, especialmente durante la estación lluviosa.

Se contara con un edificio para el proveedor de explosivos en el sitio de la mina que tendrá servicio de energía eléctrica, agua y servicios sanitarios.

5.4.3.3 Caminos de acarreo

La roca mineralizada y la roca estéril del Tajo La Pava serán acarreadas respectivamente, a la trituradora y al depósito de material estéril, ubicado en la Quebrada Chontal. La parte alta del camino de acarreo del Tajo La Pava estará ubicado en terrenos inclinados y por lo tanto se construirá con corte y relleno de

material. Las partes bajas del camino de acarreo consistirán en largas rampas construidas con material del desbroce del tajo. A esta etapa del estudio.

Se requiere un camino al Tajo La Pava la construcción del mismo comenzaría a principios del año y estará listo al 4to trimestre de dicho año.

La longitud del camino sería de aproximadamente 600 m con un ancho de 18 m y una pendiente máxima del 10%. La alineación propuesta para este camino se muestra en la Figura No.5.4-7.

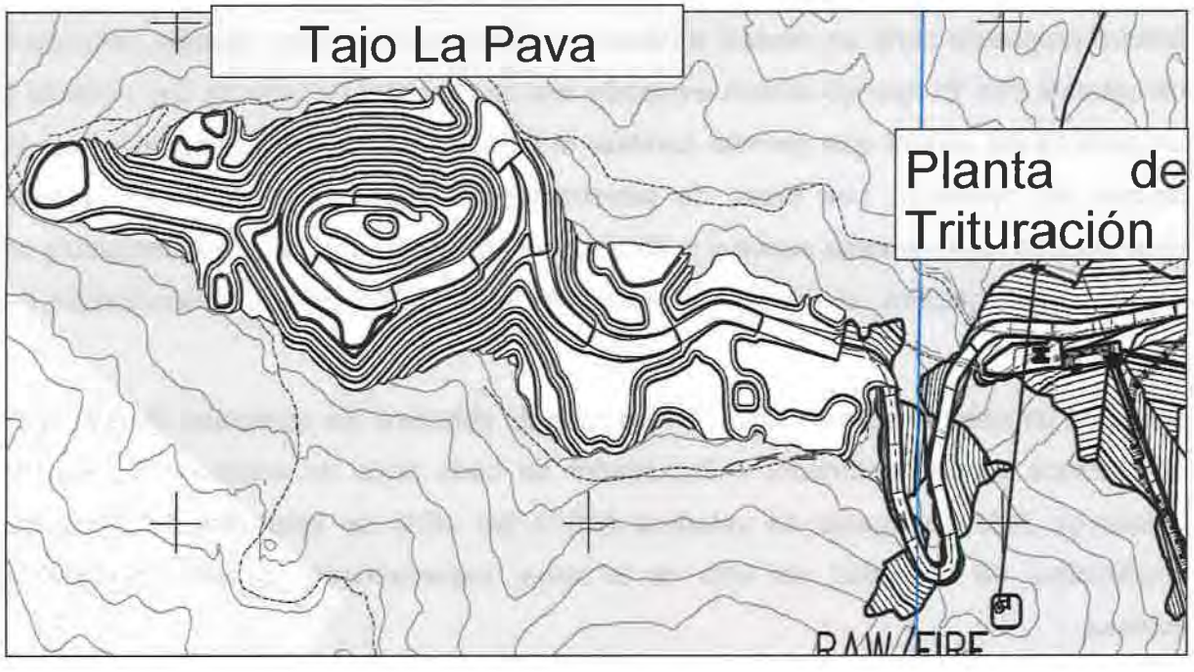


Figura 5.4-7 Camino de acarreo del Tajo La Pava

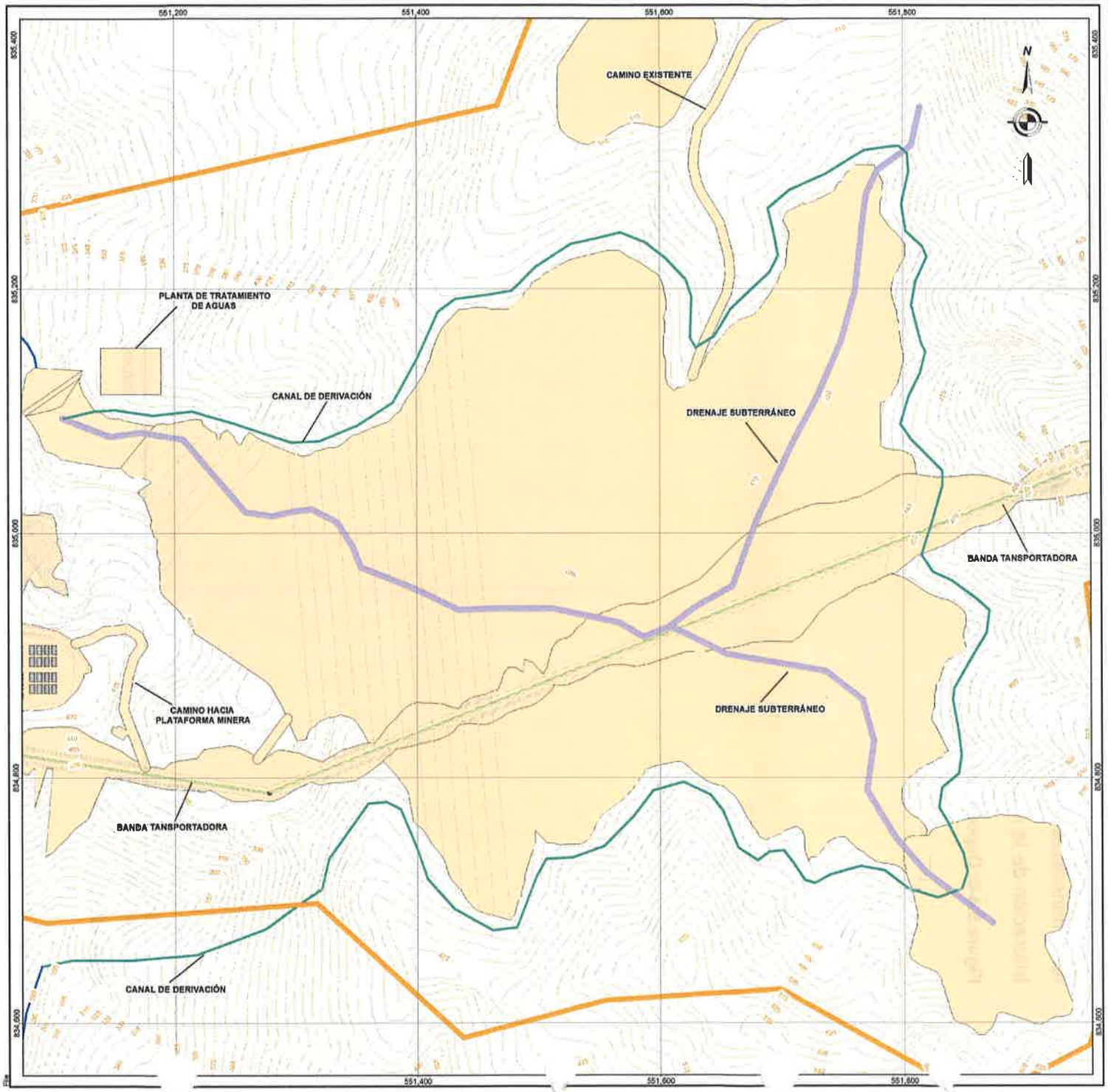
El acceso al Tajo Quemita es por pendientes muy inclinadas y la construcción de un camino de acarreo fue descartada por los altos costos económicos y ambientales que conllevaría. El estudio de análisis de alternativas recomendó el uso de un sistema de fajas transportadoras (cubierta para evitar se esparza material particulado) para el mineral y la roca estéril de desmonte. La faja tendrá dos destinos, el depósito de material estéril en la Quebrada Chontal y el almacén de mineral en la plataforma de la trituradora. Para alimentar la faja que transportará el mineral a la trituradora, se usará

un equipo de pre-trituración y vibración de rocas. Actualmente existe un camino de acceso al Tajo Quemita que será usado para transportar los equipos necesarios para iniciar el desarrollo del mismo.

5.4.3.4 Depósito de roca mineralizada y roca estéril

Se mantendrá almacenada una cantidad de aproximadamente 50,000 toneladas de roca mineralizada triturada (más o menos 5 días de producción) cerca del área de trituración de la roca. En la Figura 5.4-3 se muestra el depósito de roca estéril Chontal.

Figura 5.4-8: Deposito de roca estéril Chontal



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Canal de derivación
- Drenaje subterráneo
- Banda transportadora
- Instalaciones
- Facilidades del Proyecto Minero
- Huella del Proyecto Minero
- Curvas de nivel cada 5 metros
- Quebradas

ESCALA 1:2,000

APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.				
ELABORADO POR: Knight, Gonzalez & Associates	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA				
PRESENTADO POR: ENC + LINALIN PANAMA, S.A.	TÍTULO: DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL CHONTAL				
	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001		REVISIÓN: VF00		
	DIBUJO DIS	J.C.G.	FECHA	DIC 2014	Nº: 5.5-7
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio IV - Datum WGS84, Zona 17 Norte

Esta cantidad se considera de reserva para que pueda servir como material de emergencia en el caso ocurra alguna demora en la extracción de roca de los tajos, permitiendo también que las operaciones de la mina continúen produciendo oro durante los periodos en que los sistemas de trituración y apilamiento no puedan operar.

Ante la posibilidad de que el almacén se sature durante la estación lluviosa, para esta situación se contempla triturar primero el mineral que ingreso primero al almacén.

La operación de la mina requerirá la separación de material excedente y la eliminación de roca estéril. Para ambos tajos, la relación de separación de material excedente es relativamente baja, cerca de 0.7:1 y la cantidad de desecho total es de aproximadamente 14.3 Mt.

La cobertura de suelo orgánico en las áreas de ambos tajos es mínima, debido al terreno escarpado, todo suelo orgánico será desbrozado y retirado junto con la roca estéril. No se realizará ninguna separación y almacenamiento de suelo orgánico.

El grueso de la roca estéril de ambos Tajos, La Pava y Quemita, será depositado en un único depósito localizado en la parte superior de la Quebrada Chontal, al este de la plataforma de facilidades mineras.

El depósito de material estéril Chontal superior pretende minimizar la perturbación de la huella del Proyecto, por lo mismo se usará material estéril para la construcción de caminos y rampas de acceso, plataforma de facilidades mineras y de procesamiento.

El depósito de material estéril (DME) tiene una capacidad de 7.0 millones de m^3, mientras que el requerimiento estimado es menor (6.17 millones de m^3). Sin embargo, existe una incertidumbre en la densidad del material para determinar sus usos en la construcción de otras facilidades por consiguiente dicho depósito cuenta con una capacidad adicional en caso de requerirse.

El DME se construirá en capas ascendentes para asegurar la estabilidad geotécnica global. Las especificaciones del diseño geotécnico para el mismo se resumen en la Tabla 5.4-12.

Tabla 5.4-12: Criterios para el Diseño del depósito de material estéril

Descripción	Detalles
Altura de Levantamiento	15 metros
Altura total del depósito	80 metros
Cresta de elevación	445 metros
Ángulo de Cara de Levantamiento	1.5:1 (H:V)[1]
Ancho de Banqueta de Levantamiento	10 metros
Cara Global del depósito	2.5:1 (H:V) 21.8º

(1) Variación horizontal variación vertical H:V.

Fuente: Informe de Pre-Factibilidad, Golder Associates, 2014.

5.4.4 Cierre/Post Cierre del Proyecto (Abandono)

La planificación del cierre para el Proyecto Cerro Quema satisfará los lineamientos aceptados de cierre de operaciones para minas en Panamá y seguirá las prácticas y procedimientos mineros aceptados en otras regiones donde se emplea la minería a cielo abierto y de lixiviación. Se reclamarán y cerrarán las áreas afectadas por la minería en condiciones físicas y químicas estables. Se construirán y operarán El HLF Maricela y el WRD Chontal Arriba con la anticipación al cierre de la mina usando procedimientos de reclamación concurrentes, en la medida que sea posible.

El enfoque de toda la planificación y de las actividades será minimizar el impacto o degradación de las aguas superficiales y subterráneas en el área general de la mina. El cierre progresivo de las instalaciones durante la operación será parte de este enfoque.

5.4.4.1 Instalación de lixiviados Maricela

El HLF estará montada en pilas de 8 m de alto, aproximadamente, con banquetas colocadas entre las pilas para crear un talud de mineral global promedio de 2.5H:1V, lo cual proveerá una estabilidad operacional y post cierre de las pilas y limitarán la nivelación durante la reclamación para volver a formar taludes entre y sobre las banquetas, facilitando el drenaje de las aguas superficiales.

Se anticipa que al final del apilamiento y la lixiviación, se lavarán las pilas para retirar los metales preciosos y el cianuro de sodio residuales. Luego, el mineral lavado deberá

consistir de material no peligroso. Se anticipa que durante la lixiviación activa después del cese del apilamiento de materiales y durante el lavado se deberá tratar el agua acumulada en el sistema de piletas y la misma se descargará en la Quebrada Maricela. El tratamiento y descarga de aguas excedentes continuarán durante este periodo.

El cierre propuesto del recubrimiento de El HLF consiste de un revestimiento de capa superficial o de un compuesto de capa superficial/suelo, capaz de sustentar la vegetación local y que tenga una permeabilidad baja, para reducir las filtraciones en la pila. El revestimiento será colocado sobre la pila entera, incluyendo los taludes, las banquetas y la plataforma superior (cresta). Este sistema de recubrimiento reducirá las filtraciones en las pilas minimizará la erosión y sedimentación potenciales del suelo en la Quebrada Maricela. Se anticipa que la infiltración a través del recubrimiento será analizada en diseños futuros para desarrollar un diseño más detallado del recubrimiento de los sistemas de manejo de las aguas post-cierre.

Al final del proceso de lavado e instalación del recubrimiento, la escorrentía superficial del agua superficial del cierre de El HLF Maricela será considerada como agua no contaminada. Se realizarán pruebas durante la operación para determinar la calidad del agua que se espera de El HLF después del cierre. Se anticipa que esta agua tendrá un nivel de calidad aceptable que permita su vertido directo en ella.

El sistema de manejo de aguas superficiales desarrollado en las banquetas reclamadas de la pila estará conectado a los sistemas de manejo de aguas superficiales que se desarrollaron durante la construcción de El HLF. Se anticipa que la mayor parte de las estructuras de manejo de aguas permanecerán en el sitio, aunque algunas podrían ser modificadas para acomodar cambios en la geometría final de las pilas. Se propone que el estanque eventual y los demás piletas de manejo se incorporen al sistema de manejo de las aguas post-cierre para recolectar los flujos residuales de El HLF.

5.4.4.2 Vertedero de roca estéril chontal arriba

Se colocará la roca estéril en pilas con ángulo de reposo de entre 10 y 15 m de alto aproximadamente, con contrapesos entre las pilas para proveer un ángulo de talud

nominal global de 2.5H:1V. Los taludes del vertedero incluirán banquetas en intervalos regulares y los taludes entre estas banquetas serán aplanados a medida que progresa el cierre del vertedero. El cierre progresivo incluirá la nivelación de las banquetas para colocar un revestimiento sobre los taludes el vertedero y las banquetas, a medida que se desarrolla la WRD Chontal Arriba, luego sobre la cresta del vertedero tras el cierre de la mina.

La roca estéril que se colocará en el WRD Chontal Arriba es no-reactiva. El revestimiento propuesto para el WRD Chontal Arriba consiste de una capa superficial o compuesto de capa superficial/suelo, capaz de sustentar la vegetación local y que tenga una baja permeabilidad para reducir la infiltración hacia el vertedero subyacente.

Este Sistema de recubrimiento reducirá las filtraciones en el WRD Chontal Arriba y minimizará la erosión y sedimentación potenciales del suelo en la Quebrada Chontal. Se anticipa que se analizará la infiltración en diseños futuros para apoyar el diseño de sistemas de manejo de aguas post-cierre para el WRD Chontal Arriba.

Se irá construyendo el sistema de manejo de aguas superficiales en las banquetas en el talud del WRD Chontal Arriba, a medida que se desarrolle el mismo, con el fin de drenar hacia los sistemas de desviación de aguas desarrollados durante la operación alrededor del vertedero. Se anticipa que algunas de las estructuras de manejo de aguas serán retiradas y cerradas, con los diques finales dirigiendo la escorrentía hacia la Quebrada Chontal y aguas debajo de las estructuras de control de sedimentos en la confluencia de la Quebrada Chontal y el Río Quema.

La operación minera y sus instalaciones serán cerradas al final de la vida útil de la mina, que se estima de cinco años. El concepto de cierre y post cierre que se propone para el Proyecto apunta a rehabilitar las zonas alteradas y los cursos de agua, con la idea de restablecer sus condiciones, en la medida de lo posible, a las condiciones antes de la ejecución del Proyecto.

5.4.4.3 Cierre del Tajo La Pava, Quemita

El Tajo La Pava y el Tajo Quemita permanecerán abiertos al cese de la explotación. Los bancos de la mina, construidos durante la operación, se dejarán en el lugar y las paredes del tajo alcanzarán un ángulo de reposo como consecuencia de los procesos naturales de meteorización y erosión. En la actualidad, las laderas naturales en las cercanías del Tajo La Pava son tan pronunciadas como las pendiente esperadas para el tajo.

Al cierre, las paredes de los Tajos Pava y Quemita serán inspeccionadas por un ingeniero profesional calificado y un estudio geotécnico será realizado para definir una línea de retiro de seguridad alrededor del perímetro del tajo. El cierre del tajo abierto requerirá de un cercado alrededor de ciertas partes del perímetro para restringir el acceso al área y para evitar accidentes innecesarios. No se requiere el cercado en lugares inaccesibles (es decir, pendientes empinadas) del perímetro.

Para los tajos La Pava y Quemita, las cercas se ubicarán en o fuera de la línea de seguridad definida. En las zonas accesibles, los bancos de la parte superior serán re perfilados con el fin de hacerlos más anchos y más planos. Una berma de roca estéril se construirá en la vía de acceso al tajo para restringir el acceso a la instalación y para evitar accidentes innecesarios. Señales de advertencia serán colocadas alrededor del perímetro del tajo abierto. La pendiente de la parte superior del tajo abierto será revegetada para minimizar la erosión.

Las perforaciones realizadas durante la fase de exploración han encontrado un poco de agua dentro del límite del tajo, no se espera encontrar la capa freática a la elevación proyectada del piso del tajo.

Debido a la naturaleza altamente fracturada de la mayoría de la roca del tajo se espera que el tajo esté seco excepto durante cortos períodos de tiempo durante los eventos de precipitación, en la estación de lluvias, cuando el agua podría acumularse.

Las paredes del tajo abierto estarán recubiertas en arcilla. La base del tajo abierto se detendrá en la roca ligeramente meteorizada de manera de que el sulfuro subyacente, y las rocas potencialmente generadoras de ácido, no sean expuestos.

En la actualidad se ha detectado un potencial de lixiviación de cobre en la roca ligeramente meteorizada, cerca de la base del cerro La Pava, así como una aumentada meteorización de los minerales de sulfuro que subyacen la roca meteorizada. Este potencial será confirmado a través de estudios geoquímicos adicionales que serán realizados durante la operación.

Las excavaciones asociadas con el Tajo La Pava reducirán el espesor del material que se encuentra sobre los minerales de sulfuro, lo cual podría exponer los minerales de sulfuro a mayores concentraciones de oxígeno y por lo tanto aumentar la tasa y el alcance de oxidación de estos minerales. Por consiguiente la calidad del agua del manantial será monitoreada durante la operación y si se detecta una mayor degradación de la calidad del agua , será recolectada y tratada.

La capa superficial del suelo y el suelo superficial, removidos durante el desarrollo del tajo abierto, serán almacenados durante la operación para su uso posterior durante el cierre. El suelo superficial se utilizará para cubrir y re-nivelar la superficie alterada, tal como el sitio de procesos y el depósito de material estéril. La capa superficial del suelo se utilizará como una capa superior para promover la revegetación de las áreas alteradas.

5.4.4.4 Manejo de roca estéril

Un plan de manejo de la roca estéril será implementado durante la operación, para identificar la roca estéril potencialmente generadora de ácidos y/o lixiviación de metales. Si durante la explotación, cierta parte de la roca estéril muestra signos de generación de ácido, entonces la roca problemática será segregada y se colocará en celdas construidas en el centro del depósito de material estéril. Estas celdas serán cubiertas con arcilla antes de la colocación de adicional roca estéril inerte.

Durante las operaciones, la escorrentía del depósito de material estéril será monitoreada para evaluar el potencial de lixiviación de metales de la roca estéril, relaves y ripios. Si la generación de ácido o lixiviación de metales se observa, la escorrentía será recolectada y tratada químicamente para aumentar el pH, y con ello reducir las concentraciones de metales a niveles aceptables para la descarga. Este tratamiento, que sería instalado en la poza de sedimentación, se mantendría en su lugar durante el cierre hasta que la escorrentía pueda ser descargada directamente al medioambiente receptor.

El depósito de material estéril será construido utilizando el método de abajo hacia arriba, lo que permitirá el cierre progresivo de este; las cimas y pendientes laterales de los sucesivos levantamientos del depósito serán cubiertos con arcilla para promover la escorrentía y minimizar la infiltración, y serán sembrados y luego dejados para revegetar naturalmente al término de la deposición. Algún tipo de nivelación puede ser necesario al final del cierre para lograr la pendiente y el drenaje deseados. Además, las áreas niveladas serán cubiertas con arcilla, sembradas y luego dejadas para que revegeten naturalmente.

Los resultados de los análisis de estabilidad sísmica realizados para el depósito de estéril demostraron que la instalación se mantendrá estable, incluso bajo la carga de un terremoto máximo creíble. Así, al cierre el depósito de estéril será físicamente estable, asumiendo que el plan de deposición actual es seguido con respecto a los ángulos propuestos para las pendientes.

Al cierre la poza de abastecimiento de agua situada aguas arriba del depósito de material estéril ya no será requerida. En ese momento, el dique que forma la poza de abastecimiento de agua, así como las zanjas de desvío de aguas arriba, se romperán y el drenaje natural será restaurado.

Al cierre los sedimentos acumulados en la poza de sedimentación serán removidos y colocados en el levantamiento final del depósito de material estéril.

Las zanjas de drenaje ubicadas alrededor del pie del depósito de material estéril permanecerán en su lugar durante el cierre, para enviar la escorrentía a la poza de sedimentación. La poza de sedimentación y la poza de clarificación permanecerán en su lugar durante el cierre hasta que el monitoreo de la calidad del agua indique que esta puede ser liberada directamente al medioambiente receptor.

En ese momento, los diques que forman la poza de sedimentación se romperán y el drenaje natural será restaurado. El nivel de rompimiento se establecerá alrededor de los 0,3 m por encima del fondo de la poza, dejando así espacio para una pequeña poza residual. La vegetación, de tipo humedal, se plantará en la pequeña poza residual, la cual servirá para impedir la descarga de los sedimentos acumulados. La protección para la erosión se colocará sobre el espacio dejado para la pequeña poza. En este momento la poza de clarificación también se romperá y el drenaje natural será restaurado.

5.4.4.5 Disposición de la infraestructura

La infraestructura que no sea necesitada después de finalizada la explotación de la mina, será desmantelada y la superficie del suelo generalmente contorneada para restablecer las condiciones naturales de drenaje, de lo posible, será sembrado con vegetación nativa. Al cierre, las instalaciones de procesamiento, áreas de almacenamiento y la infraestructura auxiliar se retirarán del servicio de la siguiente manera:

- Los edificios temporales (incluidos los situados en el campamento ubicado en Río Quema) serán removidos y vendidos;
- Las estructuras permanentes ubicadas sobre el suelo serán demolidas hasta sus fundaciones, las que serán niveladas a la superficie del suelo;
- Los escombros de la demolición serán vendidos como chatarra o puestos en el botadero de residuos de Tonosí (es importante destacar que durante las operaciones, MCQSA planea prestar asistencia a los organismos del gobierno local para mejorar el botadero de forma que pueda aceptar los residuos del Proyecto);

- Las losas de hormigón, incluidos las de la instalación de la lixiviación en bateas, será perforado con un martillo hidráulico para facilitar el drenaje y serán cubiertos con suelo;
- El revestimiento sintético ubicado bajo la plataforma de hormigón de la instalación de lixiviación en bateas permanecerá en su lugar;
- Las zonas alteradas serán escarificadas y niveladas para proporcionar un drenaje positivo a los cursos de agua naturales y serán revegetadas;
- El inventario restante de combustible, productos derivados del petróleo, propano y explosivos serán removidos del sitio y devueltos al proveedor o eliminados;
- El depósito de combustible y los tanques de aceite usado serán bombeados hasta secarlos, y el fluido bombeado junto con los tanques serán removidos para su eliminación fuera del sitio;
- El subcontratista para la operación minera, al cierre de la mina, será el responsable de remover la maquinaria y el equipo que utilizó;
- Las plantas de generación de energía eléctrica, de reserva serán sacados del sitio y vendidos;
- Las líneas de transmisión eléctrica suspendidas serán bajadas;
- El alambre de cobre y los postes de madera serán recuperados;
- Los lugares de servicios enterrados serán desconectados y dejados en su lugar;
- Los sistemas de tanques sépticos propuestos en el sitio de la mina y el campamento serán bombeados hasta secarlos y rellenados con tierra; la cama de azulejos quedará en su lugar;
- El camino de acceso principal al sitio desde el pueblo de Río Quema quedara en su lugar para proveer de acceso a los habitantes locales;
- Las superficies compactadas de los caminos de transporte de carga desde el tajo y de los patios serán escarificadas, niveladas para permitir un drenaje positivo a los cursos de aguas naturales y revegetadas;
- Las tuberías superficiales será removidas, y
- Las tuberías subterráneas serán lavadas, taponadas y dejadas en su lugar.

Como opción, algunas instalaciones, tales como los complejos para alojamiento y el camino de acceso principal, podrían permanecer en su lugar y ser transferidos a la comunidad.

5.4.4.6 Descontaminación de suelo

Se ha asumido que alguna contaminación se encontrará en el suelo, en las áreas de la zona de carga de mineral así como en el taller de mecánica y en las áreas de almacenamiento de tanques (debido a la contaminación de hidrocarburos). Estos suelos contaminados serán retirados para su tratamiento o disposición en un depósito de seguridad. Una vez que la decisión se haya tomado para cerrar definitivamente las instalaciones de procesos, una inspección del suelo se completará para identificar los suelos contaminados.

5.4.4.7 Revegetación del área de la mina

El objetivo principal de las actividades de revegetación será la de establecer una cubierta vegetal en la mayoría de las áreas que se verán afectadas por las operaciones mineras del Proyecto (por ejemplo, sitio de la planta, depósito de material estéril, caminos). La cubierta vegetal también promoverá el restablecimiento de la flora y la fauna, servirá como protección contra la erosión y restablecerá algo de la estética del sitio del Proyecto. Las especies nativas se utilizarán para la revegetación. Basado en la revegetación de zonas previas alteradas en el lugar del Proyecto, un restablecimiento natural de la vegetación se espera que ocurra dentro de unos pocos años.

5.4.4.8 Diversificación de la mano de obra

A través de la fase de operación, el Proyecto implementará programas de capacitación laboral y apoyo a iniciativas comunitarias de desarrollo para promover el crecimiento y la diversificación gradual de la economía local y contribuir a mitigar los potenciales efectos socio-económicos negativos de la reducción de la plantilla de trabajadores al cierre.

Ciertas instalaciones del Proyecto que apoyen el monitoreo ambiental en curso y las actividades de control se mantendrán en funcionamiento después del cierre, requiriendo de un cierto nivel de empleo.

El plan de cierre se desarrollará durante la fase de operación, siendo cada vez más detallado a medida de que los datos base de monitoreo ambiental se reúnen, permitiendo el perfeccionamiento de la base técnica para el diseño de cierre. Retroalimentación de la comunidad a través de consultas públicas ayudarán a determinar los usos de la tierra e instalaciones del Proyecto después del post cierre, y con ello también la forma de evolución del plan de cierre. Además, las actividades actuales de exploración de minerales en las cercanías del Proyecto pueden llegar a dar como resultado de que más minas entren en funcionamiento, lo que podría prolongar la vida de la industria minera local.

Esto puede afectar el diseño final de cierre del Proyecto en la medida de que alguna infraestructura del Proyecto pueda ser útil en otras operaciones mineras.

5.4.4.9 Monitoreo post-cierre químico y físico

Un monitoreo de la estabilidad física y química del sitio será necesario después del cierre, el que continuará de forma regular hasta que el monitoreo de la calidad del agua indique que el escurrimiento de las área alteradas del sitio puede ser liberado directamente al medioambiente receptor.

Los resultados del monitoreo se analizarán anualmente para producir un informe que incluya una interpretación de las condiciones en relación al año anterior. Inspecciones semi-anuales se llevarán a cabo por un ingeniero profesional con experiencia en aguas superficiales y subterráneas, terraplenes y cierre de áreas de mina.

El monitoreo físico de la propiedad cerrada incluirá una inspección visual anual, fotografías y notas de terreno de las condiciones del área superficial rehabilitada. Cambios tales como grietas del suelo superficial o depresiones del suelo, etc., que pueden provocar un riesgo de seguridad serán investigados y documentados en detalle para realizar una evaluación de las acciones correctivas a seguir.

El depósito de material estéril, así como las pendientes y áreas del pie de los terraplenes, serán inspeccionados para evaluar asentamiento, grietas, deslizamientos, hundimientos, depresiones, etc.

Estos podrían ser causados por el exceso de tensión, o una capa débil en el terraplén o en los cimientos. Las áreas del pie también serán inspeccionadas para detectar signos de filtración, pérdida de finos o erosión. Los posibles signos de peligro o de peligro potencial serán marcados para ser reexaminados y se evaluarán las acciones correctivas.

Una inspección minuciosa también se llevará a cabo inmediatamente después de eventos extremos, tales como eventos de inundación significativos o de un gran terremoto. Esta inspección incluirá los tópicos que normalmente son monitoreados, así como una inspección detallada de las estructuras, las características de drenaje, caminos, etc., que pueden haber sido afectados por el evento.

Los daños observados en estas estructuras serán evaluados y las medidas correctivas necesarias se tomarán de inmediatamente para restablecer las estructuras a sus condiciones de diseño original.

Los siguientes lugares han sido seleccionados para toma de muestras de agua superficial después del cierre de la mina:

- Río Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Chontal;
- Quebrada Chontal a la salida de la poza de clarificación;
- Río Quema aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Chontal;
- Quebrada Seca aguas abajo del sitio de la planta;
- Quebrada Chontal aguas arriba del depósito de material estéril;
- Quebrada Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Seca, y
- Río Quema aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Quema.

Los siguientes lugares han sido seleccionados para la toma de muestras de aguas subterráneas después del cierre de la mina:

- En la cuenca al norte, sur, este y oeste del Tajo La Pava (es decir, 4 pozos en total);

- En el sitio de la planta de procesamiento, y
- Aguas abajo del depósito de material estéril.

El muestreo en los lugares mencionados anteriormente se realizará durante las operaciones y estos datos de previos al cierre serán utilizados para establecer los promedios base y las variaciones temporales en las concentraciones de los parámetros, suficiente para definir los impactos que podrían ocurrir sobre las aguas subterráneas y las aguas superficiales receptoras.

Un análisis de la calidad del agua será completado para el siguiente conjunto de parámetros: Sólidos totales suspendidos, amoníaco total, pH, temperatura, cobre, plomo, níquel, zinc, conductividad, alcalinidad, sólidos totales disueltos, dureza, nitrato, nitrito, sulfato, aluminio, cadmio, calcio, cromo, cobalto, hierro, mercurio, y molibdeno.

Las muestras de agua superficial se recogerán trimestralmente por al menos durante los 5 años siguientes al cierre y luego anualmente hasta que se pueda demostrar que las condiciones están mejorando o al menos no empeorando. Los parámetros de ensayo corresponderán a todo el conjunto utilizado durante las operaciones para fines de comparación.

Las muestras de agua subterránea se recogerán anualmente por lo menos durante 5 años. Los parámetros de ensayo deberían ser los mismos incluidos en el conjunto utilizado durante las operaciones para fines de comparación.

Un monitoreo anual de las áreas que han sido re-vegetadas se llevará a cabo tras el cierre de la mina. Estas inspecciones anuales serán conducidas al final de la temporada seca y los sitios revegetados deberían ser examinados para determinar la tasa de éxito de la germinación de la cubierta vegetal. Las áreas que parecen estar poco vegetadas deberían ser mejoradas con la adición de cantidades adecuadas de semillas y nutrientes.

La toma de muestras de invertebrados bentónicos y fitoplancton en la Quebrada Chontal y Río Quema se llevará a cabo anualmente por lo menos durante 5 años.

Esto ayudará a demostrar que las condiciones están mejorando o al menos no empeorando tras el cierre. Los resultados de las investigaciones deberían ser resumidos y evaluados basados en el número, la diversidad, el tipo y abundancia relativa de los taxones. El plan de cierre será actualizado al tercer y quinto año de operación de la mina.

5.4.5 Cronograma y Tiempo de Ejecución de Cada Fase del Proyecto

5.4.5.1 Cronograma de construcción

La construcción del Proyecto se estima en un año:

Tabla 5.4-13: Cronograma de construcción del Proyecto

Etapa	Meses	Fechas
Construcción		
Ingeniería de detalle	9	2015-01-01 2015-09-26
Adquisiciones de equipo	18	2015-01-01 2016-07-17
Contratación de construcción	6	2015-05-03 2015-11-08
Pre-construcción		
Camino de acceso	6	2015-04-15 2015-10--30
Campamento -oficinas –agregados-concreto	6	2015-09-30 2016-03-28
Corte de los árboles del Área HLF	6	2015-10-15 2016-04-12
Construcción		2015-10-29 2015-11-11
Talleres, almacenes y laboratorio	6	2015-09-30 2016-03-28
Trituración y transportadores	3	2015-09-30 2016-01-17
Movimiento de tierras HLF y construcción fase 1	8	2015-11-14 2016-07-16
Piletas de proceso	5	2015-11-24 2016-04-22
Planta ADR	6	2016-03-23 2016-10-04
Refinería	3	2016-07-21 2016-10-04
Planta de Tratamiento de Agua	2	2016-10-04 2016-12-01
Minado		
Iniciar Minería - Puesta en marcha + Decapado	5	2015-09-30 2016-02-19
Comisionamiento de mina	1	2016-09-01 2016-10-01
Procesamiento		
Comisionamiento	3	2016-10-01 2016-12-31
Carga de HLF (primer ciclo)	1	2016-10-01 2016-10-31

Etapa	Meses	Fechas
Lixiviación (primer ciclo)	1	2016-10-31 2016-11-28

Fuente: Estudio de Prefactibilidad, Golder Associates, 2014

5.4.5.2 Cronograma de Operación

La operación del Proyecto se estima en un periodo de 5 años:

Tabla 5.4-14: Cronograma de actividades de operación

Etapa	Meses	Fechas
Operación (Plan de Preparación Operacional)		
HR	6	2015-09-30 2016-03-23
Finanzas	6	2015-09-30 2016-03-23
Administración	6	2015-09-30 2016-03-23
Medio ambiente	6	2015-09-30 2016-03-23
Comunidad	3	2015-09-30 2015-12-29
Seguridad	3	2015-12-29 2016-03-28
Geología	3	2015-12-29 2016-03-28
Ingeniería	3	2015-12-29 2016-03-28
Minería	3	2015-12-29 2016-03-28
Procesamiento de Minerales	3	2015-12-29 2016-03-28
Mantenimiento	3	2015-12-29 2016-03-28
Implementación preparación operativa		
HR	7	2016-03-23 2016-10-07
Finanzas	7	2016-03-23 2016-10-07
Administración	3	2016-03-23 2016-06-21
Medio ambiente	7	2016-03-23 2016-10-07
Comunidad	6	2015-12-29 2016-06-21
Seguridad	5	2016-03-28 2016-08-25
Geología	5	2016-03-28 2016-08-25
Ingeniería	5	2016-03-28 2016-08-25
Minería	5	2016-03-28 2016-08-25
Procesamiento de Minerales	5	2016-03-28 2016-08-25
Mantenimiento	5	2016-03-28 2016-08-25
Primer vertido		2016-12-31 2016-12-31

Fuente: Estudio de Pre-factibilidad, 2014

En la Tabla 5.4-15 se lustra la secuencia anual de las fases extracción por cada tajo.

Tabla 5.4-15: Cronograma de la operación de extracción en los tajos

Tajo	Año de operación					
La Pava	-1	1	2	3	4	5
Fase 1						
Fase 2						
Fase 3						
Quemita						
Fase 1						
Fase 2						

Fuente: Estudio de Prefactibilidad, Golder Associates, 2014

5.4.5.3 Cronograma de abandono y cierre del Proyecto

Las actividades de abandono y cierre inician en los últimos años de operación y se extiende hasta 3 años después de concluir la operación, sin embargo los monitoreos químicos y físico se mantendrán hasta 5 años.

Tabla 5.4-16: Cronograma de Abandono y Cierre del Proyecto

Actividades de abandono y cierre del Proyecto	Años						
	-2	-1	1	2	3	4	5
Desmovilización (personas, equipos móviles, materiales (hidrocarburos, materiales peligrosos)							
Bombeo y drenaje de conductos							
Estabilización física de materiales (bancos en tajos, botadero, tajo y canteras)							
Estabilización química de materiales (pilas de lixiviación, solución en piletas, botadero)							
Desmantelamiento de infraestructuras							
Demolición y retiro de escombros							
Nivelación de superficies							
Manejo de suelos y aguas contaminadas							
Revegetación							
Monitoreo post-cierre							

Fuente: Estudio de Pre-factibilidad, Golder Associates, 2014

5.5 INFRAESTRUCTURA A DESARROLLAR Y EQUIPO A UTILIZAR

El Proyecto requerirá de infraestructura y equipos para el desarrollo de los tajos, del proceso de lixiviación y para la operación de los servicios auxiliares.

A continuación se describe el desarrollo de las infraestructuras y equipos del Proyecto.

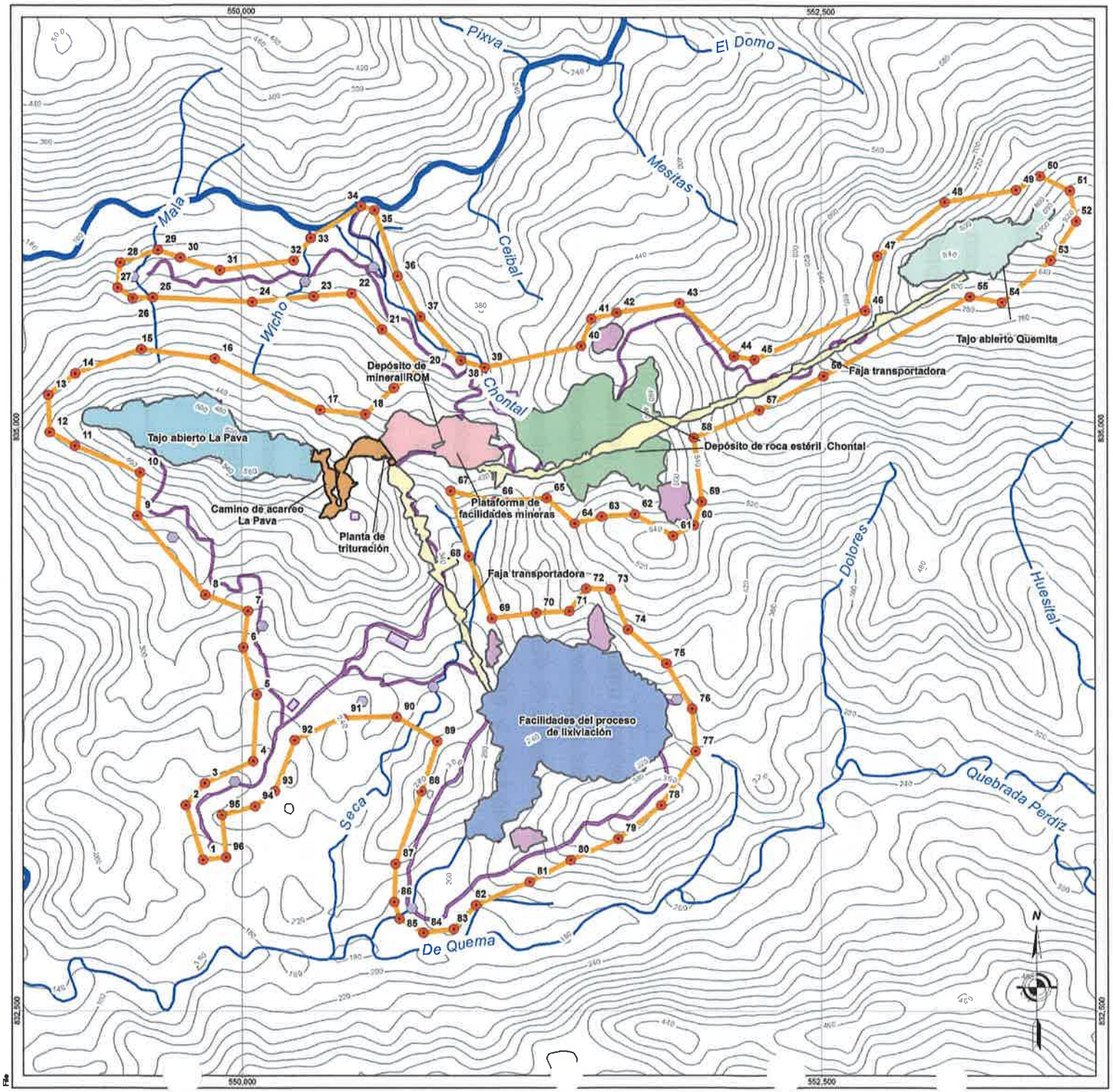
5.5.1 *Infraestructura a desarrollar*

MCQSA ya cuenta con cierta infraestructura construida durante la fase de exploración y que para fines de este Proyecto, serán acondicionadas y utilizadas durante las fases de construcción y operación. Sin embargo, también será necesario edificar infraestructuras permanentes que serán utilizadas durante toda la fase operación. En la Figura 5.5-1 se muestra la ubicación de cada facilidad minera principal dentro de la huella del Proyecto.

Para la construcción de la infraestructura del Proyecto se trabajará con contratistas especializados en la ejecución de: edificaciones metálicas, módulos prefabricados de oficinas, pozos de agua, edificaciones de seguridad, montaje de tanques, entre otros. Asimismo se prevé que las principales actividades de construcción serán las siguientes:

- Obras civiles relacionadas con: movimiento de tierras localizado; nivelación y plataformado; construcción de fundaciones y de instalaciones de concreto (losas, canales, paredes, cerramientos, techos, otras.); preparación de terraplenes de contención; instalación de cercos perimétricos; construcción de pozas de procesos; entre otras.
- Montaje de estructuras metálicas tales como: perfiles estructurales; soportes de tuberías y bandejas eléctricas; tanques de almacenamiento; tanques de preparación de reactivos; recipientes de des absorción; entre otras.
- Montaje de equipos y tuberías de: bombas, cribas de la trituradora, celdas de electro-deposición, casa de filtros, hornos de fundición, entre otros.
- Instalaciones eléctricas tales como: el montaje de subestación; generadores; motores eléctricos; centro de control de motores; cableado de fuerza y control, entre otras.
- Montaje de instrumentación de control, flujómetros, muestreadores, medidores de presión y temperatura, cableado instrumentación, instalación de PLC, implementación de programas de control, entre otros.

Figura 5.5-1: Facilidades Mineras Principales



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Quebradas
- Ríos
- Curvas de nivel cada 20 metros
- Huella del Proyecto Minero
- Facilidades auxiliares

Facilidades mineras principales

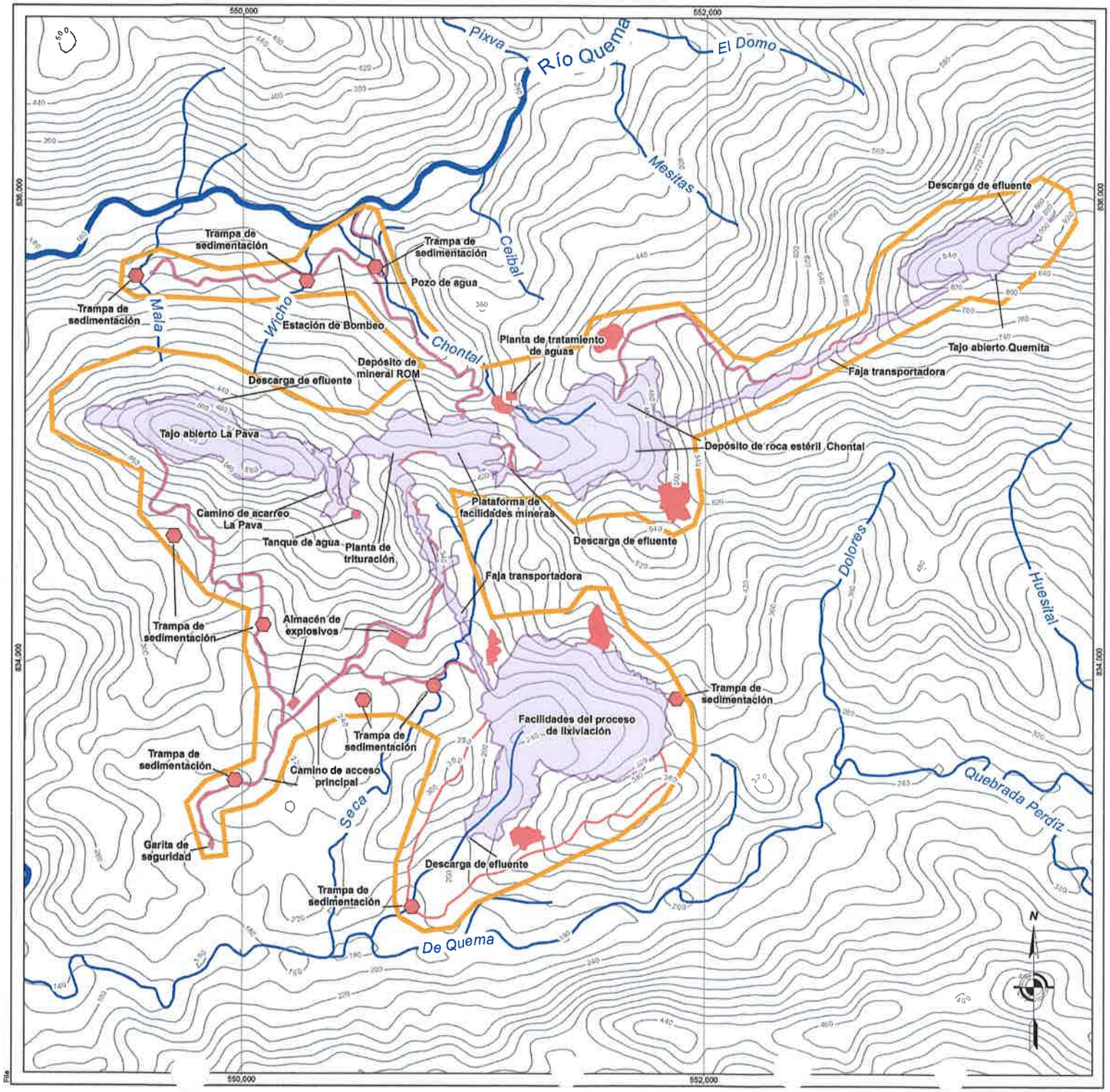
- Camino de acarreo La Pava
- Depósito de roca estéril Chontal
- Depósito de suelo orgánico
- Facilidades del proceso de lixiviación
- Faja tansportadora
- Plataforma de facilidades mineras
- Tajo abierto La Pava
- Tajo abierto Quemita

ESCALA 1:16,600

APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.			
ELABORADO POR: Knippen, Cazenlay & Associates	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA			
PRESENTADO POR: EMC • LAVALIN PANAMA, S.A.	TÍTULO: MAPA DE FACILIDADES MINERAS PRINCIPALES			
	CÓDIGO DE PROYECTO: SLP14_001	REVISIÓN: VF00		
	DIBUJO DO	J.O.G.	FECHA	DIC 2014
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014
	REFERENCIA: Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación: Junio 2011 - Datum WGS84, Zona 17 Norte			Nº: 5.5-1

La operación de la infraestructura necesaria para el Proyecto será manejada de acuerdo a los procedimientos estándares para el sector minero, guardando suma atención a las prácticas de seguridad industrial y salud ocupacional, respetando el ambiente y las comunidades. En la Figura 5.5-2, se muestran las facilidades auxiliares del Proyecto.

Figura 5.5-2: Facilidades auxiliares



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Huella del Proyecto Minero
- Facilidades auxiliares
- Depósito de suelo orgánico
- Facilidades mineras principales
- Quebradas
- Ríos
- Curvas de nivel cada 20 metros

ESCALA 1:10,500

APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.			
ELABORADO POR: Knapp, Cumbia & Associates	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA			
PRESENTADO POR: EMC • LAVALIN PANAMA, S.A.	TITULO: MAPA DE FACILIDADES AUXILIARES			
	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001	REVISIÓN: VF00		
	DIBUJO: J.C.G.	FECHA: DIC 2014	Nº: 5.5-2	
	RESPONSABLE: C.A.S.	FECHA: DIC 2014		
	APROBADO: E.D.A.	FECHA: DIC 2014		

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002 - Datum WGS 84, Zona 17 Norte

Finalizada la vida útil de la mina, las infraestructuras serán demolidas y los escombros enterrados en el sitio. Por otro lado, las estructuras metálicas serán desarmadas y retiradas del sitio para ser vendidas por el valor de rescate. Así mismo, las tuberías de conducción de soluciones del proceso metalúrgico serán lavadas y fluidas, serán drenadas y luego retiradas. Las tuberías rescatables serán retiradas del sitio y vendidas por su valor de rescate. Las tuberías sin valor de rescate serán dispuestas en uno de los tajos abiertos y cubiertas con roca estéril.

Se recuperarán y empacarán los materiales potencialmente peligrosos (hidrocarburos, fluidos hidráulicos, baterías, entre otros.) para su retiro del sitio a un botadero o recicladora autorizado. Los materiales y equipos con un valor de rescate serán retirados del sitio y vendidos. Los materiales y equipos sin valor de rescate serán dispuestos en un tajo abierto y cubiertos con roca estéril.

Finalmente los equipos móviles livianos y pesados serán retirados del sitio usando las vías de acceso del Proyecto.

En la sección 5.4 se presenta mayor detalle de las actividades de construcción, operación y abandono del Proyecto.

5.5.1.1 Infraestructura existente

MCQSA opera una oficina y una instalación central de depósito de herramientas ubicados en la vía a Tonosí, aproximadamente a 0.5 km al este del camino de acceso al Proyecto. Esta instalación se encuentra delimitada con un cerco de rejas y cuenta con una garita de control de acceso, las principales edificaciones existentes son las siguientes: oficinas de administración y geología; instalación de preparación de muestras geológicas y un laboratorio; área de registro y de almacenamiento de muestras geológicas; habitaciones para 35 personas (capacidad actual del campamento de exploración); baños e inodoros; lavandería; cocina y comedor; clínica de primeros auxilios y ambulancia; y un helipuerto.

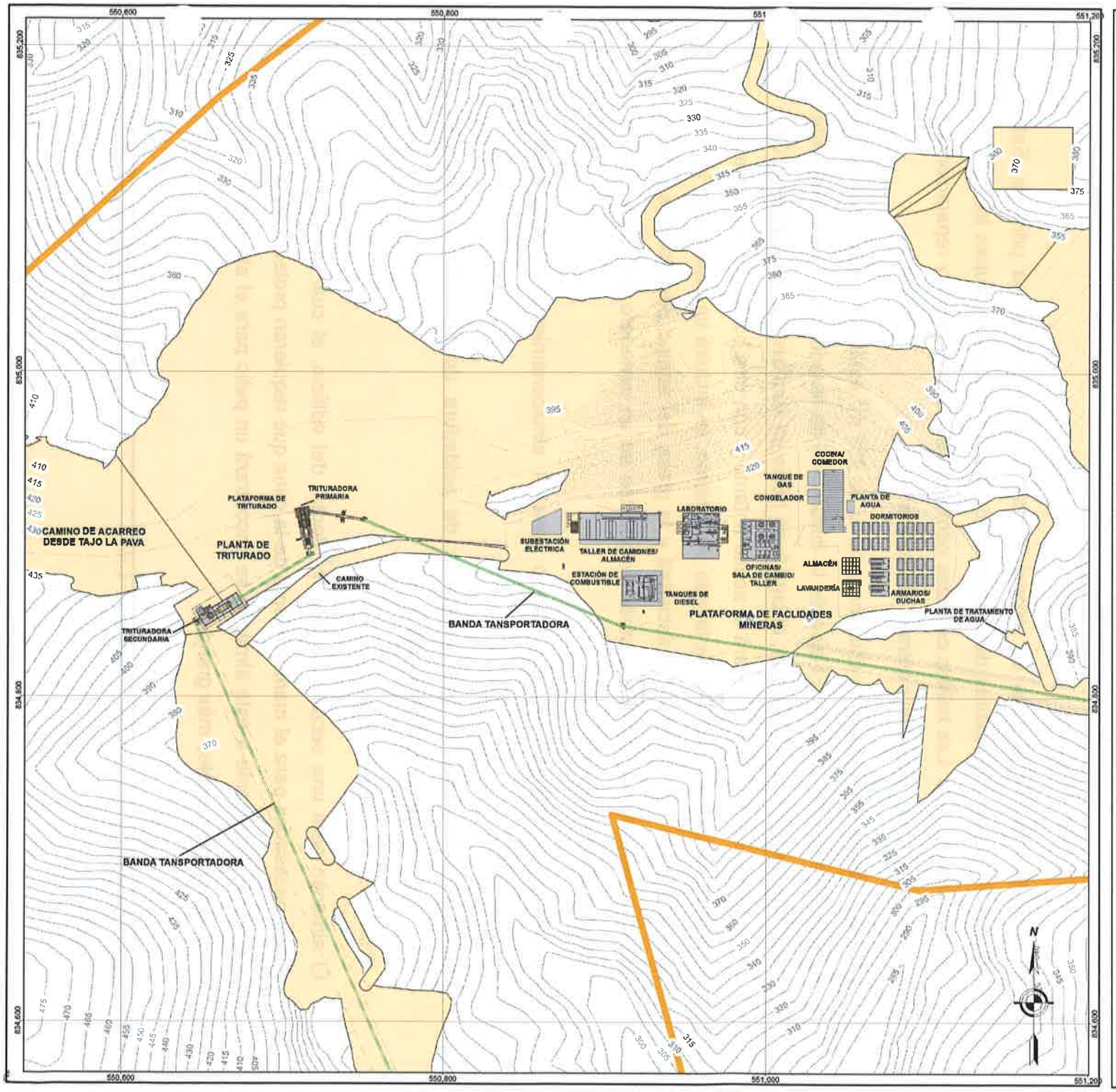
Todas las infraestructuras existentes serán usadas durante las fases de construcción y operación del Proyecto.

Adicionalmente serán instalados nuevos contenedores modulares para que el personal durante la fase de construcción los utilice como instalaciones de alojamiento temporal.

5.5.1.2 Infraestructura de operaciones mineras

Habrá edificios e instalaciones ubicadas a lo largo del área del Proyecto. La Figura 5.5-3 Mapa de facilidades mineras muestra la ubicación de las mismas. En ella se muestra la ubicación de las facilidades dentro del Proyecto.

Figura 5.5-3: Plataforma de facilidades mineras



MAPA DE UBICAC N



Leyenda

- Banda transportadora
- Instalaciones
- Huella del Proyecto Minero
- Facilidades del Proyecto Minero
- Curvas de nivel cada 5 metros

ESCALA 1:1,500

APROBADO POR: MCQSA	CLIENTE: Minera Cerro Quema S.A.				
ELABORADO POR: Kappas, Cazalay & Asociados	PROYECTO: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA				
PRESENTADO POR: EHE • LAVALIN PANAMA, S.A.	TÍTULO: PLATAFORMA DE FACILIDADES MINERAS				
	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001		REVISIÓN: VF00		
	DIBUJO DIB	J.O.G.	FECHA	DIC 2014	Nº: 5.5-9
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002 - Datum WGS84, Zona 17 Norte

A continuación se presenta una descripción de cada instalación:

5.5.1.2.1 Taller y almacén de la mina

El taller y el almacén de la mina será un edificio de acero de un solo piso de 752 m^2, construí do dentro de la plataforma que albergará las facilidades mineras.

5.5.1.2.1.1 Taller de mina

El área de taller de la mina se ubicará al noreste de la trituradora primaria. Esta instalación incluirá dos bahías de reparación cerradas, las cuales ocupan los 379 m^2 restantes del edificio. Las bahías cerradas permitirán el mantenimiento y reparación del equipo móvil, con protección contra el viento y la lluvia.

Una instalación de lavado de vehículos exterior de 231 m^2 estará ubicada al sur de las bahías del taller de la mina. El piso de la instalación de lavado tendrá una pendiente hacia un sumidero de recolección, el cual fluirá hacia un sumidero de decantación. Con la ayuda de una bomba se retirará el aceite flotante y con otra bomba de recirculación se reciclará el agua a la bahía de lavado. Así mismo, se incluirá un sistema de lavado de alta presión para remover la suciedad y la grasa del equipo pesado. Los aceites flotantes extraídos del sumidero serán dispuestos en un vertedero autorizado por un contratista especializado.

La instalación contará con un espacio para el almacenamiento de repuestos y herramientas.

Finalmente, se habilitará una instalación de soldadura de vehículos de 231 m^2 localizada al norte de las bahías del taller.

5.5.1.2.1.2 Almacén de mina

El almacén será una sección de 373 m^2 dentro del edificio, el cual almacenará las partes necesarias para el mantenimiento de la mina que requieran protección contra la intemperie. Adyacente a este almacén se encontrará un patio para el almacenamiento de partes impermeables más grandes.

Se ha previsto que no todos los artículos que lleguen al Proyecto serán depositados en el almacén de mina. Insumos tales como nitrato de amonio, reactivos, combustibles, lubricantes, cianuro de sodio y repuestos de equipo de mina tendrán almacenes individuales con estándares más rigurosos de seguridad.

5.5.1.2.2 Laboratorio

El laboratorio será un edificio de acero de un solo piso y estará ubicado adyacente al edificio del taller de la mina. El área total del mismo, incluyendo la recepción de muestras, el almacenamiento y preparación de ripios, el laboratorio de muestras mecánicas, el laboratorio de análisis de adsorción y lixiviación ocupará un área de 441 m^2.

Las instalaciones del laboratorio incluirán las áreas de: recepción y preparación de muestras; ensayo al fuego; un laboratorio húmedo completo con un instrumento de absorción atómica y un laboratorio de metalurgia. El edificio también incluirá un espacio para oficina y baños para un Jefe Químico y su personal, quienes seguirán los procedimientos estándares de gestión y control de la calidad.

El laboratorio entrará en funcionamiento cuando inicie la fase de operación.Durante la fase de construcción, las pruebas y análisis de calidad de los materiales serán desarrolladas en laboratorios temporales bajo responsabilidad del contratista de construcción a cargo de las obras de movimiento de tierras y obras civiles.

Una vez puesto en funcionamiento, el laboratorio podrá recibir, preparar y analizar muestras de mineral extraídas de la mina, además de muestras de proceso extraídas de la instalación de lixiviación.

Los efluentes líquidos del laboratorio serán conducidos a la poza de solución intermedia- Las muestras sólidas del mineral y ripios que han sido sujeto de investigación serán enviadas a las pilas de lixiviación y las muestras de carbón remanentes a la planta de procesamiento de mineral. De esta manera se evitará impactos al medio ambiente.

5.5.1.2.3 Explosivos y voladura

Las ubicaciones de estas instalaciones han sido seleccionadas para cumplir con las directrices de seguridad industrial de explosivos, lejos de áreas habitadas o de trabajo activo (ver mapa de facilidades auxiliares en la Figura 5.0-1). Estas instalaciones serán cercadas y sólo se permitirá el acceso al personal autorizado. Para controlar el acceso a estas instalaciones se utilizará iluminación, cámaras de seguridad y personal de seguridad en el perímetro de la propiedad.

5.5.1.2.3.1 Almacén de agentes de voladura

El almacén de agentes de voladura estará ubicado a aproximadamente a 700 m al sur de la plataforma de facilidades mineras a lo largo del camino de acceso. El mismo constará de un área cercada con portón de aproximadamente 84 m por 43 m.

El almacén estará dividido en tres áreas separadas por dos bermas de 3 m de alto. Cada una de estas tres áreas tendrá un edificio de concreto para albergar los siguientes agentes de voladura:

- ✓ Detonadores, edificio de 36 m^2;
- ✓ detonadores auxiliares, edificio de 100 m^2; y
- ✓ explosivos empacados, edificio de 36 m^2.

Los agentes de voladura serán transportados y utilizados únicamente durante las horas del día y de conformidad con los códigos y regulaciones de Panamá para proteger la seguridad pública.

5.5.1.2.3.2 Tanques de explosivos

El patio de tanques que almacenará los explosivos del Proyecto, estará ubicado aproximadamente a 1,200 m al sur de la plataforma minera a lo largo del camino de acceso. Los tanques almacenarán los explosivos a granel que se usarán en el sitio durante la fase de operación de la mina.

El área de almacenamiento de los tanques de explosivos contará con las siguientes características:

- Medirá 45 m de ancho por 31 m de largo;
- estará cercada;
- contará con un portón;
- tendrá suficiente espacio para cuatro tanques;
- el área estará nivelada y cubierta con gravilla para el acceso de vehículos. Se contratará a contratistas autorizados para el transporte y manipulación de los explosivos a granel.

5.5.1.2.3.3 Procedimiento de operación segura

Se utilizará un sistema convencional de iniciación de voladura. Para ello se usará una línea inferior no eléctrica con un detonador e impulsador en cada hoyo de voladura. Debido a las condiciones de humedad del sitio, especialmente durante la estación lluviosa, se espera utilizar un agente de voladura compuesto por 70% de emulsión y 30% de ANFO (ANFO por sus siglas en inglés para Ammonium Nitrate / Fuel Oil).

Se contratará a contratistas autorizados para la fabricación, transporte y detonación de agentes de voladura para la provisión de todos los materiales de detonación y servicios de carga. Así mismo, el contratista proveerá el transporte y los camiones de entrega de las mezclas de explosivos.

MCQSA proveerá las instalaciones de almacenamiento de explosivos, la roca triturada para su uso como contención; combustible diesel para la operación de los equipos; así como servicios de energía eléctrica, agua y servicios sanitarios en el edificio del contratista de manejo de explosivos y voladura.

Como parte de los procedimientos operativos de las instalaciones de almacenamiento de agentes de voladura, se desarrollará un sistema de contabilidad de detonadores y explosivos, el cual se respetará estrictamente. Este sistema registrará el movimiento de todos los detonadores y explosivos dentro y fuera de sus almacenes. A continuación se describe brevemente el procedimiento:

- El pedido de explosivos se realizará mediante los canales de comunicación oficiales entre el proveedor y el representante de la contratista minera, el cual ha sido

debidamente aprobado por el Superintendente de Minas. Se registrará el tipo y cantidad de explosivos que se solicite y la fecha estimada de entrega.

- El controlador de voladuras recibirá, inspeccionará y registrará la entrega de cualquier explosivo. El registro estará acompañado por una factura oficial proporcionada por el proveedor de explosivos. Este recibo debe concordar con el tipo y la cantidad exacta de explosivos que se solicitó.
- La manipulación y almacenamiento de los explosivos se realizarán de conformidad con la normatividad panameña vigente.
- Los movimientos de explosivos dentro y fuera del almacén se registrarán mediante el sistema de contabilidad de explosivos. Este sistema se utilizará, básicamente, para controlar lo siguiente:
    - Periodicidad, cantidad y tipo suministrado por el proveedor de explosivos.
    - Periodicidad, cantidad y tipo retirado para ser utilizado.
    - Cantidad, tipo y lugar donde se usó.
    - Periodicidad, cantidad y tipo devuelto al depósito.
- En caso que se consideren faltantes dentro del depósito de explosivos, se notificará de inmediato a la policía y a las autoridades pertinentes.
- En el caso de explosivos perdidos, la policía y las autoridades pertinentes serán notificadas inmediatamente. Además, se ejecutará un plan de evacuación del sitio si existe una amenaza inmediata.
- En el caso poco probable de que ocurra alguna emergencia, MCQSA se asegurará que exista un seguro para cubrir apropiadamente cualquier pérdida o daño generado debido a sabotaje.

5.5.1.3 Infraestructura de procesamiento de minerales

Habrá edificios e instalaciones ubicadas a lo largo del área del Proyecto. Las mismas se describen a continuación:

5.5.1.3.1 Edificio de administración

Se construirá un edificio de administración de concreto de dos pisos de 1,012 m^2 cerca de la esquina sur de la poza de eventos a una elevación de 220 msnm.

El primer piso del edificio proveerá espacio para el almacén de proceso, casilleros, cuarto de tratamiento y taller de mantenimiento. Mientras que el segundo piso del edificio proporcionará espacio para oficinas, un salón de reuniones y servicios públicos para los gerentes del sitio y su personal.

El almacén de procesos será una sola habitación de 145 m^2, éste ambiente proveerá almacenamiento interior para los insumos y materiales que necesiten protección. Adyacente al almacén habrá un área de depósito que permitirá almacenar insumos y materiales de mayor tamaño resistentes a la intemperie.

5.5.1.3.2 Área de ADR

5.5.1.3.2.1 Construcción de las facilidades de ADR

El área de Adsorción Desabsorción y Recuperación (ADR por sus siglas en inglés para Adsorption, Desorption y Recovery) incluye una plataforma de 1,123 m^2 que albergará las cinco columnas de carbono, instalaciones de separación de materiales y al horno de secado. El área de ADR estará ubicada a una elevación de 230 msnm cerca del lado norte de la poza de solución enriquecida. El área de ADR estará cubierta con un techo, para protegerla de la lluvia; no se requieren muros, debido al clima y a la naturaleza de los equipos de proceso. Un edificio de concreto de 32.1 m2 adyacente al área de ADR alojará el centro de control de motores.

5.5.1.3.2.2 Manejo del carbón durante operación

El carbono separado del envase de elusión pasará por el panel de descarga. Este carbono desaguado caerá en el Tanque de Almacenamiento de Carbono, el agua de transporte lo llevará al tanque de almacenamiento de carbono.

Según sea necesario, se transferirá el carbono desde el tanque de almacenamiento al horno de regeneración. El horno de regeneración es un dispositivo activado por diesel

que reactiva el carbono a una temperatura de aproximadamente 750°C antes de su reutilización. La reactivación remueve los compuestos orgánicos que mermen de la actividad o de la capacidad del carbón para absorber oro. El horno puede reactivar el 64% del carbono separado.

Tanto el carbono reactivado del tanque de enfriamiento como el carbono separado del tanque de almacenamiento serán llevados a la quinta columna de carbono.

5.5.1.3.3 Refinería

La refinería consiste de un edificio de 339 m^2 adyacente al área de ADR. La refinería alojará el equipo de electrodeposición y de fundición. El edificio también incluye una oficina que permitirá seguridad para monitorear los procesos de electrodeposición y de fundición.

5.5.1.3.4 Área de almacenamiento de materiales peligrosos

El manejo y almacenamiento de materiales peligrosos seguirá las medidas establecidas por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 sobre higiene y seguridad industrial para la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas.

Estas áreas incluirán contención y sistemas de recolección diseñados para manejar derrames, así como facilitar la limpieza con el fin de minimizar la posibilidad de derrames y accidentes.

El área de almacenamiento de reactivos consistirá de una plataforma de concreto de 302 m^2, ubicada a 15 m al noreste del área de ADR. El área de almacenamiento estará dividida en áreas separadas, de manera que el cianuro, la soda cáustica y el ácido permanezcan segregados. El área de almacenamiento tendrá un techo cubierto para proteger los reactivos del clima.

Los camiones de plataforma plana o "camas baja" podrán llegar hasta el área de almacenamiento de reactivos y dar la vuelta en un patio de 30 m de ancho.

5.5.1.3.5 Área de almacenamiento de cianuro

Es importante que ningún ácido entre en contacto con el cianuro de sodio para evitar la formación de cianuro de hidrógeno, un gas altamente tóxico. MCQSA seguirá las directrices del Instituto Internacional de Manejo de Cianuro (ICMI por sus siglas en inglés) para el manejo seguro del cianuro No obstante, MCQSA exigirá a sus proveedores y transportistas de cianuro la certificación ICMI. Las directrices de ICMI cubren todos los aspectos de transporte, almacenamiento, manipuleo y disposición final de cianuro, desde la planificación, diseño y construcción hasta las operaciones y puesta fuera de servicio. El cianuro se obtendrá en forma cianuro de sodio sólido y se transportará y almacenará en contenedores.

El diseño y construcción de las instalaciones de descarga, almacenamiento y mezcla de cianuro seguirán los requisitos de ICMI y las buenas prácticas de ingeniería aceptadas, por ejemplo:

- Las áreas de descarga y almacenamiento se ubicarán en áreas cerradas, aisladas de las aguas superficiales y los campamentos.
- Se proporcionarán monitores de cianuro en estructuras de contención cerca de las áreas de oficina y talleres que estén cerca de las instalaciones de descarga, almacenamiento y mezcla de cianuro.
- Para el almacenamiento de cianuro sólido se proporcionarán áreas aseguradas y cerradas, con ventilación y medidas vigentes para evitar el contacto con el agua.
- El drenaje de las áreas de almacenamiento de cianuro se mantendrán separadas de los materiales incompatibles con el cianuro (por ejemplo: ácidos, oxidantes, agentes de voladura).
- Los tanques para el almacenamiento de cianuro estarán equipados con protección contra sobrellenado y los tanques de almacenamiento y mezcla se encontrarán sobre una base de concreto y se ubicarán en áreas de contención aisladas para contener fugas y con capacidad para contener un volumen mayor que el del tanque más grande y las tuberías asociadas.

- Los respiraderos de los tanques estarán equipados con trampas de vapor o lavadores.
- Se proporcionarán grupos electrógenos de emergencia para evitar escapes de cianuro de hidrógeno y exposiciones debido a una falla primaria en el suministro de energía eléctrica.
- Se instalarán alarmas cerca de las instalaciones de almacenamiento y manipuleo de cianuro para avisar al personal que evacue a las áreas de seguridad asignadas.

Finalmente, los sistemas y procedimientos de operación minimizarán el uso del cianuro, por ejemplo:

- MCQSA cumplirá con los requisitos de ICMI.
- La información operacional y ambiental con respecto al cianuro estará al alcance de todos y se distribuirá a los empleados, contratistas, visitantes, comunidades locales y demás grupos de interés, incluyendo qué hacer en caso de que una alarma indique la necesidad de evacuar un área.
- Los empleados y contratistas recibirán capacitación en el uso seguro del cianuro.
- El pH de las soluciones que contienen cianuro se mantendrán a un nivel lo bastante alto como para evitar la liberación de cianuro de hidrógeno gaseoso.
- Los monitores medirán las concentraciones de cianuro y se hará el seguimiento de las exposiciones de los trabajadores.
- Todo el equipo que contenga cianuro estará claramente identificado.
- Los contenedores de cianuro serán devueltos al proveedor o se dispondrán en rellenos sanitarios adecuados autorizados. El agua de enjuague de los cilindros o revestimientos se agregará al proceso.

En la sección 10 Plan de Manejo Ambiental, se presenta el Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias y Crisis que incluirá protocolos para hacer frente a las liberaciones de cianuro.

5.5.1.4 Infraestructura de servicios auxiliares

A continuación se describe la nueva infraestructura que será necesaria edificar o habilitar para la operación del Proyecto.

5.5.1.4.1 Campamentos, oficinas y almacenes

Se construirá un campamento temporal de construcción, ubicado en la plataforma de facilidades mineras a una elevación de 425 msnm. Las instalaciones de construcción incluirán dormitorios, baños e inodoros, cocina, lavandería y un salón comedor. Estas instalaciones también serán usadas durante la fase de operación de la mina.

El campamento proporcionará al personal unas instalaciones de alojamiento seguras en una ubicación cerca al sitio de trabajo. Este campamento tendrá capacidad instalada para alojar a 100 personas tanto durante la fase de construcción como de operación de la mina. Los contratistas de construcción estarán alojados en los poblados de Chitré y Tonosí y viajaran diariamente al Proyecto. Se prevé que alrededor de 150 personas estén llegando diariamente al sitio del Proyecto.

En la misma plataforma minera, se colocarán instalaciones adicionales para brindar apoyo durante la fase de construcción, entre las cuales se incluyen: oficinas; almacén; y área de estacionamiento de equipos.

Las oficinas consistirán de contenedores modulares y acabados. El almacén de construcción y las áreas de estacionamiento de equipo se convertirán durante la fase de operación en el almacén de la mina y el área de estacionamiento de equipos de la mina de manera permanente.

Durante la fase de construcción, los contratistas tendrán sus propias oficinas, almacenes y talleres. Solo el personal clave pernoctará en campamentos modulares temporales que serán instalados por los contratistas, el resto de personal de construcción se hospedará en las comunidades vecinas transportándose diariamente al sitio. Todas estas infraestructuras deberán de ser retiradas una vez culminados sus trabajos con el compromiso de no dejar desechos dentro de sus áreas de trabajo, ni tampoco áreas perturbadas.

5.5.1.4.2 Acceso general al Proyecto

El acceso al sitio del Proyecto se da por la Vía Tonosí aproximadamente a 32 km al sur de Macaracas. Una vez llegado al poblado de Río Quema se ingresa por una

intersección hacia la garita de control de acceso del Proyecto. El mejoramiento de éste camino de acceso general, de aproximadamente 3.5 km, no forma parte del alcance del presente EIA Categoría III.

5.5.1.4.3 Vías internas

Las vías internas serán de tres tipos: el camino principal, camino de acarreo La Pava (haul road) y caminos secundarios.

5.5.1.4.3.1 Camino de acceso principal

El camino de acceso principal es de 7 km aproximadamente, el mismo inicia en la garita de control de acceso y se dirige hacia el norte hasta la plataforma de facilidades mineras. El camino asciende a 321 m en elevación con una pendiente promedio de aproximadamente el 5%.

El camino de acceso actual será ampliado a 9 m de ancho, para permitir el paso de dos camiones simultáneamente, además será nivelado para eliminar las pendientes que excedan el 7%. Se le habilitarán taludes y cunetas a un lado del mismo para mejorar el drenaje.

Este camino de acceso será la ruta que usarán los contratistas y personal de MCQSA para acceder al sitio durante la construcción, así mismo será utilizado para la movilización de personal y de insumos. El mismo se mantendrá durante toda la vida de la mina. Se requerirá de material para el revestimiento y mantenimiento. Siempre que sea posible, se utilizará roca estéril extraída de canteras locales para el revestimiento de la camino, siempre que la roca no genere ácido (con un contenido de azufre de sulfuro de 0.3 % como primer discriminador) y sea adecuada desde el punto de vista geotécnico.

A ambos lados de los caminos de accesos, se construirán bermas de seguridad de 500 mm de altura como mínimo, con material de relleno común, en aquellos sectores donde la diferencia de nivel entre la superficie de rodadura y el pie de talud del relleno sea mayor a 1 m.

5.5.1.4.3.2 Camino de acarreo La Pava

En el Proyecto solo se habilitará un camino de acarreo o haul road desde el Tajo La Pava hacia la planta de trituración ubicada en la plataforma de facilidades mineras. Estos caminos tendrán un ancho total máximo de 18 m que incluyen la plataforma de rodadura, la berma de seguridad y las cunetas. La longitud aproximada del mismo es de 1.600 m y mantendrá una pendiente de seguridad máxima de 10%.

Por otro lado desde el Tajo La Pava se habilitará un camino de acarreo hacia el depósito de roca estéril, ubicado en la parte superior de la Quebrada Chontal, que tendrá una distancia aproximada de 1.700 m.

5.5.1.4.3.3 Caminos de acceso secundarios

Las vías de acceso secundarias serán habilitadas sobre caminos existentes hacia la plataforma de lixiviación en la Quebrada Maricela, el Tajo La Pava, el Tajo Quemita y la Quebrada Chontal. Estos caminos secundarios tendrán un ancho de 6mt y una pendiente máxima de 8%.

Los caminos de acceso secundarios que no están asociados al acarreo del mineral se construirán mediante cortes y rellenos. En la superficie de los accesos, después del corte o relleno, se compactará una capa de rodadura de 150 mm como mínimo. El material deberá cumplir con los requerimientos de las especificaciones técnicas. La superficie final de rodadura tendrá una inclinación tal que el agua de lluvia pueda ser evacuada fácilmente hacia las cunetas laterales que corren paralelos a los accesos y de allí a las estructuras de retención de sedimentos.

Estos caminos secundarios servirán durante la fase de construcción y operación para movilizar los equipos necesarios para las actividades de desbroce, corte y limpieza de vegetación, movimiento de tierras. Así como para el transporte de las estructuras y materiales de construcción en la plataforma de lixiviación.

5.5.1.4.4 Seguridad y cercado

El Proyecto contará con una garita de acceso principal ubicada al inicio del camino de acceso principal al sitio del Proyecto

La garita se construirá a la entrada del área del Proyecto y contará con una oficina de recepción, servicios higiénicos, área de estacionamiento para vehículos ligeros, buses y camiones. Así mismo, contará con iluminación, cerco y portón articulado.

Para garantizar la seguridad física del Proyecto y sus trabajadores, se instalará una cerca de malla ciclónica en algunas áreas del perímetro de la propiedad de MCQSA donde el ganado pudiese acceder a las áreas de extracción y proceso de minerales.

Así mismo, se instalarán cercas de malla ciclónica de aproximadamente 2.4 m de alto alrededor de la plataforma del procesamiento de minerales, en especial alrededor de las pozas de solución. Se pondrán señales de advertencia en la cerca para alertar al personal acerca de la presencia de agua con cianuro en las pozas de procesamiento de mineral.

Por último, se instalará protección para el ganado en los caminos donde hay cruce de ganado para evitar que el mismo entre en las áreas de proceso a través de los caminos rurales.

5.5.1.4.5 Suministro de agua

5.5.1.4.5.1 Agua cruda

Se suministrará agua cruda mediante dos pozos ubicados aproximadamente a 1.1 km al norte y noroeste de la plataforma de facilidades mineras, a una elevación entre 192 a 195 msnm sobre la Quebrada Chontal. Se probaron los pozos y tienen una capacidad de equilibrio de 27.5 m^3/h aproximadamente. Ambos pozos serán acondicionados con una bomba capaz de producir a aproximadamente 200 m de carga hidráulica.

Se almacenará el agua cruda en un tanque de 762 m^3 ubicado aproximadamente a 600 m al sur-sureste de la plataforma minera, cerca del camino de acceso a La Pava, a una elevación de 480 msnm. El tanque estará dividido mediante tubería interna en una

reserva de agua de 549 m^3 para la mitigación de incendios y una de 213 m^3 para uso en la extracción y el procesamiento.

El agua cruda será usada durante la construcción para el control del polvo en los caminos de acceso, como agua contra incendio y para el llenado inicial de las pozas de procesos. Durante la fase de operación el agua cruda será usada como agua de reposición durante el procesamiento de minerales.

5.5.1.4.5.2 Agua potable

MCQSA suministrará agua embotellada al personal. El suministro de agua sugerido es de 3 litros por día por persona en las zonas tropicales, con base en información publicada por la Organización Mundial de la Salud. Se estima que el requerimiento promedio de agua potable es de 300 litros por día.

5.5.1.4.5.3 Sistema contra incendios

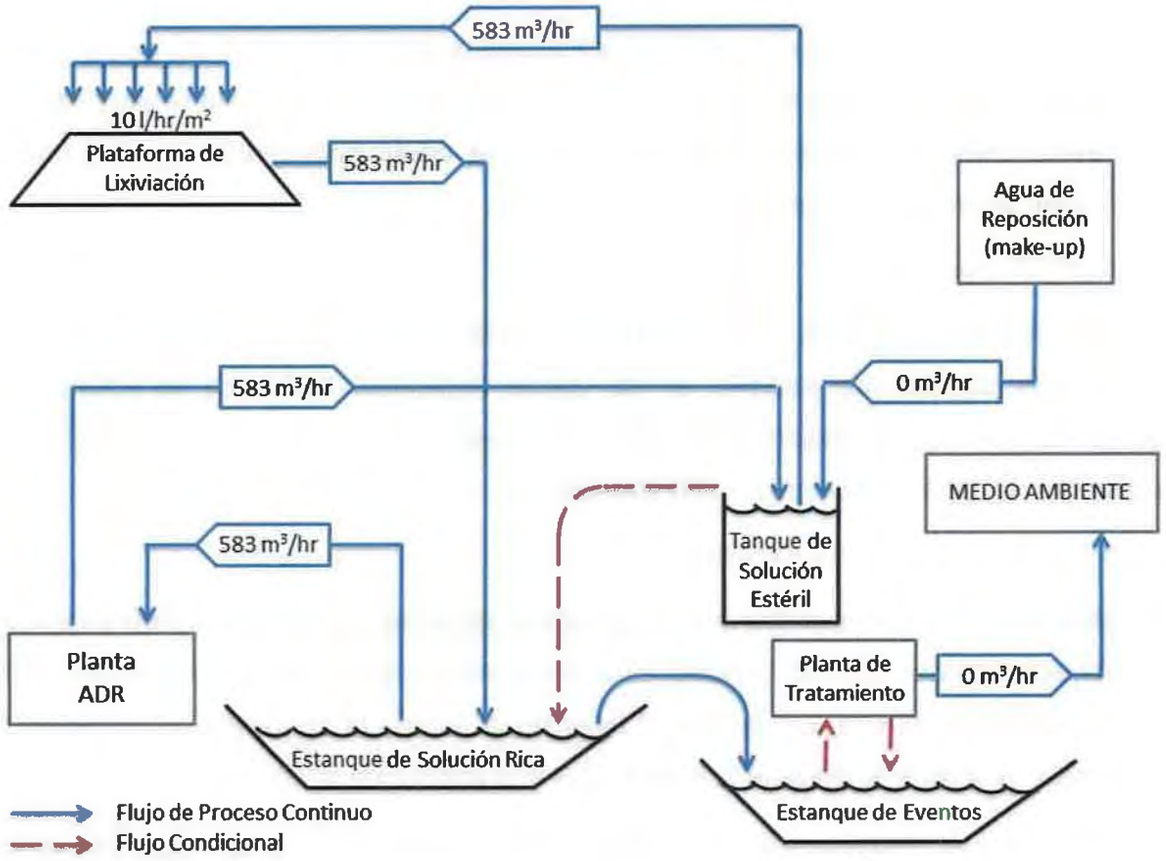
Se proveerá un sistema contra incendios a base de agua por gravedad para abastecer al Proyecto en caso de emergencias. El sistema proporcionará agua a las instalaciones de la plataforma minera, incluyendo el taller de la mina y la trituradora, el almacén de minerales triturados, el área de la planta ADR y el edificio de la administración.

El agua para la mitigación de incendios provendrá del tanque de agua cruda. Se instalará un sistema de distribución con tuberías de tamaño suficiente para entregar 366 m3/h de agua. El tanque tendrá 549 m3 de agua reservada para el control de incendios, este volumen es equivalente a un suministro de agua de 90 minutos.

5.5.1.4.5.4 Balance de agua de procesos

Se desarrolló un estudio del manejo del agua de proceso para la facilidad de lixiviación en pilas (Reporte de Diseño de Pre-Factibilidad para las Instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril. 2014). Esta evaluación incluyó el desarrollo de un balance determinístico del agua que incluye el flujo entrante, como las lluvias y la solución de lixiviación; el flujo saliente, como la evaporación y la pérdida de consumo debido al humedecimiento del mineral. Una muestra gráfica del balance de agua en el proceso de lixiviación, se muestra en la Figura 5.5.1-4.

Figura 5.5-4: Balance de agua proceso de lixiviación



Fuente: Estudio de Pre factibilidad 2014 y Plan de Manejo de Agua Conceptual 2014

Para estimar los requerimientos del flujo entrante y el flujo saliente de agua, se consideraron los siguientes criterios:

- Plataforma de lixiviación en fases.
- Tasa y área de flujo de aplicación de soluciones.
- Capacidad de la facilidad de lixiviación.
- Condiciones climáticas para temporadas promedio de 1 a 100 años de sequía y de 1 a 100 años de precipitaciones.
- Tasas de evaporación intensificadas.
- Tasas de la planta de tratamiento de aguas.

- Volumen de agua de reposición o reemplazo: se aplicará la solución con un rociador oscilante o con emisores de irrigación por goteo.
- Capacidad de procesamiento de 20 Mt de minerales.
- El contenido de humedad promedio a medida que se da la extracción y la retención específica de humedad del mineral.
- La tasa nominal de aplicación de la solución es de 10 lt/hrs/m².
- La tasa máxima de flujo de solución es de 700 m^3/hrs.
- Evaporación intensificada mediante vía evaporador flotante en la poza de eventos.
- Tratamiento del agua excesiva en los años en que haya más humedad de la habitual.
- Capacidad de almacenamiento de fluidos contenidos en el tanque de solución barrena.

5.5.1.4.6 Suministro de energía eléctrica

La energía eléctrica será abastecida desde una subestación ubicadas en Las Tablas, propiedad de la Red de Distribución Eléctrica de Metro-Oeste (EDEMET). Las Tablas es una comunidad ubicada a 31 km por la carretera Nacional al sureste de Chitré.

La electricidad será entregada a través de una línea de transmisión eléctrica de 34.5 kV desde Las Tablas hacia el Proyecto. La construcción de la línea de transmisión eléctrica será financiada por MCQSA pero será luego adquirida por EDEMET a los 5 años después de iniciado su funcionamiento.

La energía será distribuida en el sitio a 34.5 kV por medio de una estación de transformadores ubicada en la planta de procesamiento de mineral.

La energía deberá disminuirse para el consumo dentro de las facilidades de mina y de proceso. Este método de distribución permitirá el uso de cables de tendido eléctrico más económicos para distribuir la energía con menos pérdidas que las que pudiesen ocurrir con un sistema de 480 V.

La principal demanda de energía será de las facilidades de procesamiento de mineral con una potencia de 5MW.

El suministro de energía incluirá los siguientes voltajes estándar:

- Generación 480 V, 3 pH, 60 Hz
- Distribución 34.5 kV, 3ph, 60 Hz
- Medio voltaje 4,160 V, 3ph, 60 Hz
- Bajo voltaje 480 V, 3ph, 60 Hz
- Voltaje de control 110 V, 1 ph, 60 Hz

Por otro lado, la energía de emergencia será generada en el sitio usando un generador a diesel de 680 kV ubicado en la plataforma de facilidades mineras a una elevación de 423 msnm. Éste generador producirá 480 V de energía, que serán pasados a 34.5 kV para la distribución en el sitio. Los operadores serán personal competente para poder poner en marcha el sistema de emergencia y evitar sobrecargas al generador.

5.5.1.4.7 Suministro de combustible

El abastecimiento del combustible diesel al Proyecto será mediante camiones cisterna que, usando una bomba centrífuga horizontal, descargarán el mismo en un tanque principal o eventualmente en el tanque de procesos. Posteriormente se distribuirá, mediante un sistema de bombas, tanto a la flota de vehículos livianos y pesados como a los generadores de la mina.

La mayor parte del combustible diesel usado en el Proyecto será descargado y almacenado en el tanque principal, de forma cilíndrica horizontal y de acero, ubicado en el extremo oeste de la plataforma de facilidades mineras a 423 msnm, adyacente a los generadores. El tanque tendrá una capacidad de 100 m3 y con dimensiones de 3.3 m de diámetro y 11.9 m de largo.

Por otro lado, se habilitará un tanque de acero de forma cilíndrica horizontal de 1.91 m de diámetro por 4.86 m de largo en el área de procesamiento de mineral. Se llevará el diesel mediante un camión cisterna, el cual descargará el combustible mediante una bomba centrífuga horizontal. Se distribuirá el diesel a los equipos de procesamiento usando un ciclo de suministro. Eventualmente, los camiones de entrega de combustible

al tanque principal, podrán desviarse hacia el tanque de procesos para llenarlo con una carga parcial de combustible.

Así mismo, se habilitará un tanque de acero de forma cilíndrica horizontal de 1.36 m de diámetros por 3.45 m de largo en el área de los generadores de emergencia la mina. El combustible alimentará el generador de emergencia. Este tanque será abastecido dependiendo de las necesidades de operación del generador de emergencias.

Finalmente, habrá una estación de combustible para equipo liviano y pesado, la cual consistirá de una plataforma de concreto pavimentada de 214 m^2 ubicada al este del tanque de almacenamiento. Se incluirá equipo dispensador de combustible tanto para equipo liviano como para equipo pesado.

Todos los tanques de combustible serán instalados sobre una plataforma de concreto con capacidad para contener el 110% del combustible almacenado.

5.5.1.4.8 Instalaciones médicas

Durante la construcción, se pondrá en funcionamiento una clínica temporal de primeros auxilios ubicada en la plataforma de facilidades minera. La clínica contará con una enfermera que brindará atención médica a los trabajadores enfermos o heridos. Así mismo, habrá una ambulancia disponible en la oficina existente en Vía Tonosí. Cuando sea necesario, las personas heridas o enfermas serán transportadas al hospital más cercano en Tonosí y Chitré.

Durante la operación se habilitará un cuarto permanente de tratamientos ubicada en el primer piso del edificio de la bodega y el taller cerca de las pozas de procesos y la planta ADR. El cuarto de tratamientos estará equipado con una enfermera que brindará tratamiento médico a los operadores enfermos o heridos. El cuarto de tratamientos tendrá espacio para dos camas y una oficina para la enfermera de turno.

Se reubicará la ambulancia en un estacionamiento adyacente al cuarto permanente de tratamientos, la cual será usada para transportar a los empleados desde la mina, el taller o la trituradora hacia el cuarto permanente de tratamiento.

5.5.1.4.9 Comunicaciones

Se instalará un sistema de comunicaciones en el sitio del Proyecto. Los equipos de radio comunicación permitirán a los distintos grupos comunicarse en canales separados. Las radios se comunicarán con una estación de repetición, que retransmitirá la señal a todas las áreas dentro de la propiedad minera.

Habrá cableado telefónico y acceso a internet en las áreas de oficina.

5.5.1.4.10 Transporte del personal

Se proporcionará transporte para los trabajadores desde los poblados de Macaracas, Chitré y Tonosí, así como desde las áreas circundantes a la mina por medio de buses y vans en horarios rotativos. Se proveerán vehículos ligeros y pickups para transportar a los trabajadores de la mina a sus respectivas áreas de trabajo dentro el sitio del Proyecto.

5.5.1.4.11 Estructuras de manejo de las aguas pluviales

5.5.1.4.11.1 Canales de derivación de agua

Los canales de derivación se construirán aguas arriba de diversas facilidades, tales como el depósito de roca estéril y la plataforma de lixiviación. Su diseño permitirá derivar el agua pluvial, alrededor de las facilidades, hacia pozas de sedimentación antes de ser descargada en cauces naturales. En su mayor extensión, los canales de derivación se construirán en corte y en relleno. Su diseño les permitirá derivar un flujo equivalente a eventos de tormenta de 100 años/24 horas y serán revestidos con empedrado simple o empedrado con concreto, dependiendo de la pendiente y el caudal de agua que transportarán y manteniendo las secciones transversales.

El diseño del canal de derivación de aguas del depósito de material estéril y de la plataforma de lixiviación se describe en el Estudio de Factibilidad del Proyecto (Ver Anexo G del Estudio de Diseño del Depósito de roca estéril Chontal Arriba y de la Plataforma de Lixiviación Maricela. Mayo 2014).

A continuación se presenta un breve resumen del canal de derivación del depósito de roca estéril:

- El canal de derivación consiste en un canal trapezoidal con un fondo plano de 2 m de ancho, con pendientes laterales 2H: 1V y una profundidad mínima de 1 m, proporcionando un mínimo de 15 cm de francobordo.
- La salida del canal descargará hacia la Quebrada Chontal a través de una estructura de salida.

A continuación se presenta un breve resumen del canal de derivación de la plataforma de lixiviación:

- El canal de derivación evitará que las aguas de la parte alta de la quebrada Maricela entren en contacto con la plataforma de lixiviación. El mismo que se construirá a lo largo del borde norte hacia el lado este de la plataforma.
- Esta estructura está diseñada para conducir la escorrentía máxima generada a partir de un evento de tormenta de 100 años y 24 horas.
- Estará compuesto por un revestido de concreto en forma de U, contará con paredes verticales revestidas de hormigón y fondo plano para facilitar el mantenimiento y remoción de sedimentos.
- Las dimensiones serán de 1 metro de profundidad y 1,5 m de ancho, con un mínimo de 15 cm de francobordo.
- A lo largo del borde externo de la plataforma se habilitará un canal más pequeño de concreto en forma de U, para capturar las aguas de escorrentía de las áreas expuestas. Estos canales más pequeños tendrán paredes verticales de concreto y fondos planos que medirán 1m de profundidad y 1 m de ancho respectivamente, brindando un mínimo de 15 cm de francobordo.
- El canal fluirá en dirección de oeste a este, para desembocar en un drenaje sin nombre al este de la quebrada Maricela.

5.5.1.4.11.2 Cunetas

En cuanto a las cunetas, éstas serán laterales y de coronación. En general, ambas tendrán una sección triangular, debido a que se prevén flujos menores que no justifican

el uso de una sección trapezoidal. Serán ubicadas al costado de las vías, en el lado hacia donde fluyen las aguas (laterales) o en el lado donde existan laderas (coronación). Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo con condiciones pluviométricas muy lluviosas, es decir que tendrán una profundidad no menor de 0,5 m y 1,0m de ancho. Para el caso de terrenos erosionables, o de fácil escurrimiento o en cunetas de pendientes de más 4%, éstas serán revestidas con piedra y lechada de cal. Para el drenaje de las cunetas se ha considerado la instalación de aliviadores o alcantarillas en sitios específicos.

Las cunetas de coronación serán excavadas próximas a los hombros de los taludes y serán revestidas con empedrado para evitar que la erosión dañe los taludes de corte.

5.5.1.4.11.3 Alcantarillas

Las alcantarillas se elegirán teniendo en cuenta el caudal a eliminar, la naturaleza y pendiente del cauce. La cantidad y ubicación debe garantizar el drenaje evitando la acumulación excesiva de agua. Se estableció que las dimensiones mínimas de las alcantarillas serán de 36" de diámetro en el caso de cruces de accesos, para facilitar la limpieza.

Para el camino de acarreo del Tajo La Pava y algunos caminos de acceso secundarios, será necesario construir cruces con alcantarillas para dar paso a los drenajes naturales de agua sean éstos estacionales o permanentes.

5.5.1.4.12 Estructuras de control de erosión y sedimentos

Las estructuras de control de erosión y sedimentos serán desarrolladas desde el inicio de la construcción del Proyecto y serán mantenidas durante la vida útil de la mina. Las estrategias de control de erosión incluyen:

- Minimizar la extensión de áreas disturbadas y el tiempo de exposición sin una estructura de control como: canales de derivación, canales de drenaje, remediación y revegetación.
- Asegurar que tanto el movimiento de tierras como el acondicionamiento del terreno disminuyan el riesgo de erosión.

- ❑ Estabilización oportuna del terreno mediante la reconformación de áreas expuestas con fuertes pendientes (temporal y permanente).
- ❑ Diseño de estructuras temporales de recolección de aguas superficiales, canales y sistemas de disposición que minimicen la erosión y arrastre de sedimentos.

5.5.1.4.12.1 Diques y pozas de sedimentos

Se construirán diques y pozas de retención de sedimentos en la zona baja del depósito de material estéril, tajos y estructuras principales para así estar seguros que las aguas contengan la mínima turbidez posible. La ubicación de estas estructuras se detalla en el mapa de arreglo general (Figura 5.5-2) y se localizarán en las siguientes quebradas: Quebrada Norte de Cerro Quema, Quebrada Gallote, Quebrada Seca, Quebrada Maricela, Quebrada Chontal, Quebrada Wicho, Quebrada El Africano y Quebrada Mala.

Las estructuras se construirán de gaviones de roca, similares a otras estructuras de control de sedimentos existentes en el sitio. Estas estructuras crearán un reservorio que actuará como una poza de sedimentación, para que los sedimentos de las corrientes queden atrapados y se depositen dentro del embalse. Los sedimentos acumulados deberán ser retirados regularmente.

Las ventajas de utilizar gaviones de roca como diques disipadores de flujo y receptores de sedimentos son las siguientes:

- ❑ Estructuras relativamente libre de mantenimiento
- ❑ Estructura duradera y sólida
- ❑ Los gaviones son porosos, de libre y flexible de modo que son menos afectadas por la presión hidrostática

En el Plan de Manejo Ambiental de la sección 10 se presenta mayor detalle de las diversas prácticas de control de erosión y sedimentos que serán aplicadas durante la construcción del Proyecto.

5.5.2 Equipos a desarrollar

5.5.2.1 Equipos existentes

Actualmente MCQSA cuenta con una flota de equipos livianos, 16 propios y 13 alquilados, que son usados para la movilización del personal hacia el Proyecto. Estos vehículos livianos también serán usados durante la fase de construcción de la mina para transportar a los colaboradores de MCQSA.

5.5.2.2 Equipos durante fase de construcción

Durante la etapa de construcción se usarán equipos para el movimiento de tierras, obras civiles, transporte de personal, transporte de materiales de construcción, estructuras, combustibles, alimentación, entre otros. Este transporte utilizará la vía de acceso existente al Proyecto.

5.5.2.2.1 Equipos de construcción

El contratista de construcción proveerá los equipos y maquinaria de construcción. Esta será la flota de camiones utilizada durante la construcción y también durante los primeros tres años del Proyecto.

Se estima preliminarmente que en la etapa máxima de construcción se tendrán 3 excavadoras CAT 349E, 1 excavadora CAT 324, 1 niveladora CAT D8T, 1 niveladora CAT D6T, 1 aplanadora a motor CAT 14H, 12 camiones articulados CAT 740B, 2 cisternas articulados TEREX TA30 (25,000 lt), 2 taladros para hoyos de voladura (hoyos de 4" de diámetro).

5.5.2.2.2 Vehículos de transporte de personal

Como se mencionó anteriormente, el personal contratista no estará alojado dentro del sito del Proyecto. En el momento pico de la construcción se necesitarán aproximadamente 150 contratistas entre locales y foráneos, los mismos que estarán viviendo en los poblados cercanos como Macaracas, Tonosí o Chitré. Para su traslado diario al sitio se prevén usar 2 buses y 50 camionetas doble cabina.

5.5.2.2.3 Vehículos pesados

Durante el primer año de construcción se estarán transportando materiales e insumos de construcción en diversos tipos de vehículos pesados, como: camiones camas baja, camiones mezcladores de concreto, camiones volquete, camiones tipo tráiler, entre otros.

Se estima alrededor de 30 viajes mensuales de vehículos pesados transportando principalmente concreto, estructuras de hierro, tuberías, tanques, equipos para montar en las plantas de la mina, insumos varios, materiales peligrosos, entre otros.

Todos estos vehículos serán de terceros que estarán proveyendo un servicio de transporte especializado.

5.5.2.3 Equipos durante fase de operación

5.5.2.3.1 Flota minera

Antes del inicio de la operación de los tajos, es decir en el año -1, serán adquiridos una excavadora y un cargador frontal así como seis camiones mineros (cuatro articulados de 40 ton y dos de carrocería rígida de 55 ton).

Conforme se vaya incrementando el desarrollo, profundidad y distancia del tajo La Pava a la planta trituradora se irán adquiriendo más camiones volquetes. En la Figura 5.5-2 se presenta el requerimiento de camiones mineros por año. En el año 3 y 4 del Proyecto la flota minera se incrementará a 10 camiones volquetes. No se prevé reemplazar los equipos dado el corto tiempo de vida de la mina.

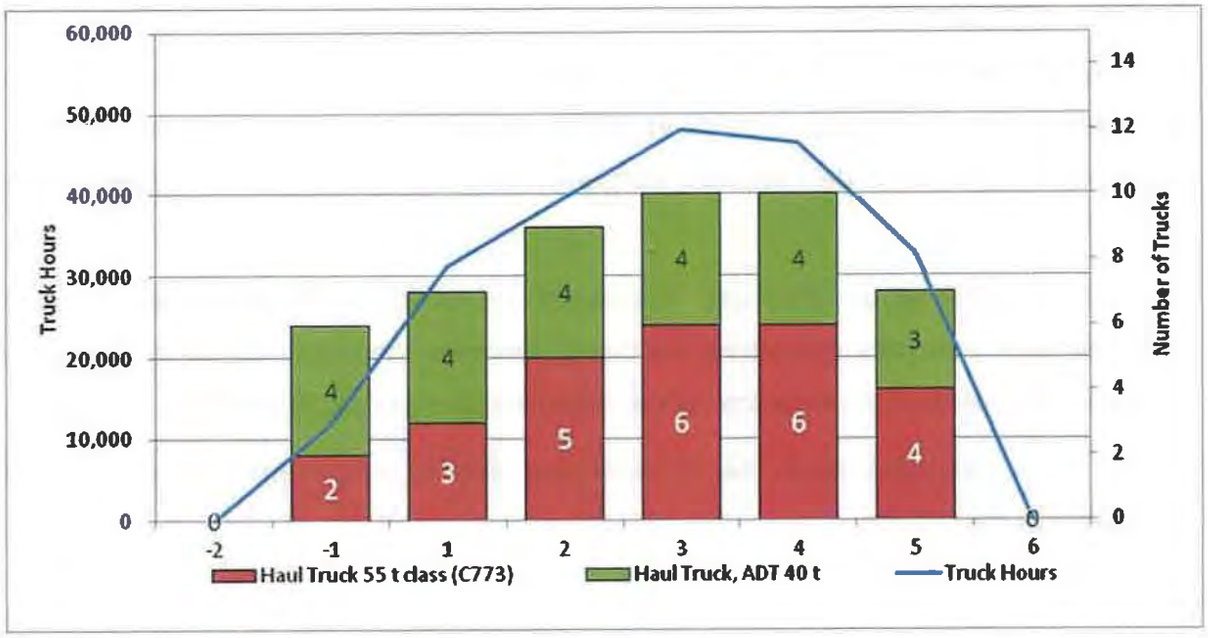


Gráfico 5-1: Requerimiento de camiones volquete por año

5.5.2.3.2 Equipos de soporte

La flota minera será complementada con una flota de equipo de soporte, como niveladoras, aplanadoras, camiones cisterna y vehículos de servicio.

La Tabla 5.5-1 resume la flota de equipo minero y de soporte durante la operación de la mina.

Tabla 5.5-1: Listado de equipos mineros y de soporte

EQUIPO / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Taladro, 100 mm (montado sobre orugas y de cabezal alto)	1	2	2	2	2	2
Camión de atacadura, 15 t	1	1	1	1	1	1
Transporte para detonadores	1	1	1	1	1	1
Pala Hidráulica de 6.5 m3	1	1	1	1	1	1
Cargador de Ruedas 7 m3	1	1	1	1	1	1
Camión minero articulado 40 ton	4	4	4	4	4	3
Camión minero rígido 55 ton (CAT 773)	2	3	5	6	6	4
Van/Bus para el personal	1	1	1	1	1	1
Cama baja con grúa (alquilada)	-	-	-	-	-	-

EQUIPO / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Niveladora D8	2	2	2	2	2	2
Camión de Soldadura	1	1	1	1	1	1
Excavadora, 2 m3 (Cat 336E)	1	1	1	1	1	1
Camión de Combustible	1	1	1	1	1	1
Aplanadora (Cat1 clase 4H) Cuchilla de 14'	1	1	1	1	1	1
Planta de Iluminación	4	4	4	4	4	4
Camión de lubricante	1	1	1	1	1	1
Camión mecánico	1	1	1	1	1	1
Camión Pickup	6	6	6	6	6	6
Bombas de agua para los tajos	2	2	2	2	2	2
Cargador de rueda 4 m3 (C966)	1	1	1	1	1	1
Camión cisterna (40ton 9000 gal)	1	1	1	1	1	1
Grúa, Grove 40T (alquilada)	-	-	-	-	-	-

Fuente: Minera Cerro Quema SA, Septiembre, 2014.

5.5.2.3.3 Vehículos de transporte de personal

Durante la operación de la mina, se priorizará la contratación de mano de obra local. Este personal se alojará en los poblados cercanos y se trasladará diariamente al sitio. Se estima que se requerirán 2 buses y 30 camionetas doble cabina para transportar al personal hacia y desde la mina.

5.6 NECESIDADES DE INSUMOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN

5.6.1 Servicios básicos

El Proyecto minero contará con infraestructura propia para proveerse de los servicios básicos de agua industrial, energía, saneamiento, vías de acceso internas y transporte terrestre y aéreo de materiales y personal.

Los servicios adicionales necesarios para el desarrollo del Proyecto incluyen infraestructuras de mayor envergadura y serán proveídos por empresas privadas o estatales. Estos servicios adicionales corresponderán a la electricidad de la red de interconexión eléctrica de Panamá, la utilización de vías públicas entre la Ciudad de Panamá y la mina, así como la utilización de instalaciones existentes en el puerto en la Ciudad de Panamá o Colón, instalaciones del aeropuerto en la Ciudad de Panamá o Río Hato, redes de comunicación privadas y servicios médicos de emergencia fuera del sitio en caso de situaciones que no puedan atenderse en las instalaciones médicas locales.

5.6.2 Mano de obra, empleos directos e indirectos generados

5.6.2.1 Recurso humano durante la construcción

En la etapa de construcción del Proyecto, cuya duración se estima en 15 meses, se dará empleo directo, en el pico de la etapa de construcción, a aproximadamente 250 a 300 trabajadores, entre colaboradores, operadores, obreros y mano de obra no calificada. Se tendrá preferencia por el personal local, siempre que esté calificado para las labores requeridas. Para aquellas obras que signifiquen mayor tecnificación, se contratarán empresas especializadas. En el período de mayor desarrollo del trabajo, la mano de obra alcanzará un máximo estimado de aproximadamente 300 trabajadores, incluyendo a los contratistas y operadores de equipos de construcción.

El contratista de construcción prevé trabajar en turnos de 10 horas durante siete días a la semana.

MCQSA implementará un reglamento de contratistas para regular el comportamiento del personal en términos de orden, higiene, seguridad y medio ambiente durante la etapa de construcción del Proyecto. Igualmente desarrollará actividades de capacitación permanente para motivar y moderar el comportamiento del personal en el área de trabajo.

Adicionalmente, se utilizarán empresas contratistas nacionales o locales, para ciertos servicios especiales. Ejemplos de esto son los servicios de alimentación, seguridad, topografía, transporte terrestre de personal, equipos y voladura.

Ocasionalmente, MCQSA empleará a trabajadores de las comunidades locales para el desarrollo de tareas temporales. Estos trabajos podrían incluir por ejemplo, el mantenimiento de caminos, la construcción de estructuras para el manejo de agua durante las estaciones de lluvia, plantaciones y revegetación, y mantenimiento general y limpieza del área.

Se estima que durante la construcción se generen alrededor de 100 empleos indirectos relacionados con las actividades de servicios especiales, transporte y abastecimiento de suministros de construcción.

5.6.2.2 Recurso humano durante la operación

Durante la etapa de operación del Proyecto, cuya duración se estima en 5 años, se espera emplear aproximadamente entre 94 y 169 personas que cubrirán los niveles especificados en la Tabla 5.6-1.

Tabla 5.6-1: Requerimiento de mano de obra durante operación

MANO DE OBRA / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Operador de Taladro	2	5	6	6	6	5
Ayudante de Taladro	2	5	6	6	6	5
Supervisor de Voladura	1	1	1	1	1	1
Operador de Voladura	2	2	2	2	2	2
Jornalero	10	10	10	10	10	10
Choferes de Camión	11	33	45	57	55	39
Operador de Retroexcavadora	4	4	4	5	5	4
Operador de cargador	1	3	4	4	5	3

MANO DE OBRA / AÑO	-1	1	2	3	4	5
Mecánico	5	16	19	22	22	17
Operador de bombas (Desagüe de los tajos)	1	1	1	1	1	1
Operador de aplanadora	4	4	4	4	4	4
Operador de niveladora	8	8	8	8	8	8
Operador de camión cisterna	4	4	4	4	4	4
Operador de servicios	4	4	4	4	4	4
Superintendente de mina	1	1	1	1	1	1
Capataz general de mina	1	1	1	1	1	1
Capataz de mina	4	4	4	4	4	4
Oficinista de mina	1	1	1	1	1	1
Capataz general de mantenimiento	1	1	1	1	1	1
Capataz de mantenimiento	4	4	4	4	4	4
Planificador	1	1	1	1	1	1
Soldador	4	4	4	4	4	4
Mecánico de gas	2	2	2	2	2	2
Reparador de neumáticos	1	1	1	1	1	1
Encargado de repuestos	2	2	2	2	2	2
Entrenador de equipo	1	1	1	1	1	1
Ingeniero jefe	1	1	1	1	1	1
Ingeniero de mina sénior	1	1	1	1	1	1
Ingeniero de mina	1	1	1	1	1	1
Geólogo	1	1	1	1	1	1
Agrimensor	1	1	1	1	1	1
Técnico de agrimensura	1	1	1	1	1	1
Técnico de mina	1	1	1	1	1	1
Técnico de control de minerales	1	1	1	1	1	1
Jefe de laboratorio	1	1	1	1	1	1
Asistentes de laboratorio	3	3	3	3	3	3
Total	**94**	**135**	**153**	**169**	**168**	**142**

Fuente: Minero Cerro Quema SA., Septiembre 2014.

5.6.2.3 Recurso humano durante el cierre y post cierre

El cierre de la mina se inicia al 6to año, para lo cual se requerirán hacer 3 ciclos de lavado de las pilas de lixiviación para extraer el cianuro del material. Se estima que

esta fase tome un período de 2.3 años, para lo cual el personal necesario será de 30 personas entre personal especializado, técnicos y manos de obra.

5.6.3 Requisitos de materiales e insumos

5.6.3.1 Materiales de construcción

Los materiales necesarios durante la construcción corresponderán a concreto u hormigón, acero, madera y explosivos para voladuras de retiro de sobrecarga y construcción. El consumo estimado de estos materiales, para el Proyecto, es el siguiente:

- concreto armado para pisos y edificios: 2,500 m^3 aproximadamente.
- acero corrugado para concreto armado 175 TM aproximadamente.
- acero para estructuras, tanques, otros: 250 TM aproximadamente.

Para abastecer de concreto a las labores de construcción se instalará una planta de producción portátil en el sector de la planta de proceso. Esta planta utilizará agregados adquiridos de canteras locales. Sin embargo, dependiendo de las prioridades de construcción, se podrá contar con un contratista de suministro de hormigón en camiones de mezcla.

En la Tabla 5.6-2 se presenta una lista de los principales materiales e insumos a requerirse durante la construcción de las facilidades de transporte de mineral y procesamiento de mineral, las cantidades están expresadas en número de viajes que harán camiones tipo tráiler de 40 ton.

Tabla 5.6-2: Cantidades de viajes de materiales e insumos de construcción

Descripción	Cantidad de camiones (40 ton)
Cemento (sin agua y agregados)	61
Mampostería de concreto	30
Estructura metálicas (trituradora, tanques, torres)	10
Faja transportadora y túnel de reclamación	60
Planta de ADR	35

Descripción	Cantidad de camiones (40 ton)
Estructuras de acero	20
Tuberías	43
Sistema eléctrico	25
Infraestructura varia	30
Primer llenado	30
Total de camiones	**344**

Fuente: Minero Cerro Quema S.A, Septiembre 2014.

5.6.3.2 Insumos de mina

5.6.3.2.1.1 Explosivos

El principal explosivo que se utilizará en la mina será una mezcla de nitrato de amonio con petróleo diesel (ANFO). Normalmente, el nitrato de amonio será entregado a la mina en bolsas de 25 kg, en bolsones o en camiones para el transporte a granel. Se usará un total de 4.1 Mt de ANFO durante toda la vida del Proyecto.

El nitrato de amonio se almacenará en la mina, en un ambiente seguro, y será llevado a los taladros de voladura conforme se necesite, bajo la dirección del Supervisor de Voladuras. El nitrato de amonio será mezclado con el petróleo diesel en la ubicación de la voladura.

5.6.3.3 Insumos de proceso

A continuación se listan los principales reactivos que serán utilizados en el proceso de lixiviación en pilas.

5.6.3.3.1.1 Cal en piedras

Se usará para tratar el material triturado antes de la lixiviación. La cal ayuda a mantener un pH alcalino durante la lixiviación.

Se comprará la cal en piedras y se entregará en camiones volquetes. El camión descargará la cal de forma neumática en un silo. Un alimentador de velocidad variable

ubicado en el fondo del silo medirá la cal en el transportador del túnel de reclamación en proporción al tonelaje.

5.6.3.3.1.2 Cemento

Se comprará cemento seco en súper sacos y será almacenado en el sitio. De requerirse el uso de cemento, producto de un error en la mezcla del mineral, se alimentará con cemento el alimentador de emergencia. Mediante un alimentador de tornillo variable se ingresaría el cemento seco al túnel de reclamación en proporción al tonelaje.

5.6.3.3.1.3 Cianuro

Se usará el cianuro de sodio (NaCN) en los procesos de la lixiviación, la elusión y potencialmente de absorción. El cianuro forma complejos estables con el oro y la plata, permitiéndoles permanecer disueltos en la solución para su recuperación eventual en la planta ADR.

El cianuro se adquiere en forma de briquetas en súper sacos de 1 ton. El cianuro se mezclará en un tanque de acero de 6 m3. El súper saco será descargado en un conducto con un rompe-bolsas. Las briquetas caerán en el tanque y se disolverán al 25% por peso. Luego de la mezcla, la solución de cianuro será vertida directamente desde el tanque de mezcla. El almacenamiento combinado será de aproximadamente 1.6 días de NaCN.

Con la finalidad de mostrar el beneficio del tipo de mineral poroso del yacimiento y la forma como esta característica hace del proceso metalúrgico una ventaja competitiva, se presenta una Tabla comparativa con las cantidades de cianuro requeridas en minas de oro similares a MCQSA. En el caso de MCQSA, para la producción de una tonelada de oro serán necesarios 0.25 kg de cianuro.

Tabla 5.6-3: Tabla comparativo de consume de cianuro de sodio en minas de oro

Proyecto	Ubicación	6.0 Ley de Au (gr/ton)	Producción anual (Oz)	Vida útil	Consumo de cianuro (kg/ton)
Cerro del Gallo	México	0.69	95,000	7	1.08-4.39

Proyecto	Ubicación	6.0 Ley de Au (gr/ton)	Producción anual (Oz)	Vida útil	Consumo de cianuro (kg/ton)
Caspiche	Chile	0.43	122,000	10	1
Cerro Maricunga	Chile	0.43	270,000	10	0.7-0.9
Cerro Quema	**Panamá**	**0.77**	**79,000**	**5**	**0.25**
El Castillo	México	0.35	90,000	11	0.20-0.29
El Chenate	México	0.6	70,000	13	0.21
Esperanza	México	0.82	103,000	6	2
Gaulcamayo	Argentina	1.08	120,000	13	0.49
La Arena	Perú	0.43	200,000	21	0.2
La Herradura	México	0.53	183,000	18	2.7
La India	México	0.65	90,000	8	0.22
Maricunga	Chile	0.75	190,000	16	2.36
Mulatos	México	0.85	200,000	8	0.02-2.21
San Andres	Honduras	0.56	60,000	10	0.4
San Miguel	México	0.52	10,000	14	0.05
Shahuindo	Perú	0.84	90,000	10	0.41

Fuente: Minero Cerro Quema S.A, Septiembre 2014

5.6.3.3.1.4 Soda cáustica

Se usará soda cáustica (NaOH) en la elusión y el proceso de lavado de ácidos. El uso de soda cáustica es una manera conveniente de añadir alcalinidad a las soluciones del proceso sin producir grandes cantidades de incrustaciones.

La soda cáustica será adquirida como escamas en sacos de 25 kg. Se mezclará la soda cáustica en un tanque de acero agitado de 6 m^3. Luego se vaciará a mano en el tanque y se disolverá para formar un grado de solución de aproximadamente el 25% por peso. Luego de la mezcla, la solución cáustica podrá introducirse directamente desde el tanque de mezclas. El almacenamiento combinado será de aproximadamente 10 días de soda cáustica.

5.6.3.3.1.5 Metabisulfito de sodio

Se usará el metabisulfito de sodio ($Na_2S_2O_5$) en el proceso de destrucción del cianuro. El metabisulfito de sodio es una fuente sólida y conveniente de SO_2 para el proceso de destrucción.

Se adquirirá el metabisulfito de sodio como un sólido en súper sacos de 1 t. El metabisulfito de sodio será mezclado en un tanque de polietileno agitado de 4.2 m^3. El súper saco será descargado en un conducto con un rompe-bolsas. El sólido caerá en el tanque y se disolverá a un grado de 20% por peso. Después de mezclarse, se transferirá la solución de metabisulfito de sodio a un tanque de almacenamiento con capacidad para 2 t secas de metabisulfito de sodio. El almacenamiento combinado será de aproximadamente 4.7 días de metabisulfito de sodio. El almacenamiento combinado será de aproximadamente 6 horas de metabisulfito de sodio bajo condiciones de diseño de tratamiento de 300 m^3/h.

5.6.3.3.1.6 Sulfato de cobre

El sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_4$•5H2O) será usado en el proceso de destrucción del cianuro. El sulfato de cobre provee el catión de cobre cúprico (Cu+2), el cual cataliza la reacción de destrucción del cianuro.

El sulfato de cobre puede comprarse como un sólido en súper sacos de 1 t. El sulfato de cobre se mezclará en un tanque de polietileno agitado de 3.5 m^3. Se verterá el súper saco en un conducto con un rompe-bolsas. El sólido caerá en el tanque y se disolverá a un grado de 25% por peso. Después de mezclarse, la solución de sulfato de cobre será transferida a un tanque de almacenamiento con capacidad para aproximadamente 1.5 t secas de sulfato de cobre. El almacenamiento combinado será de aproximadamente 14 días de sulfato de cobre bajo condiciones diseñadas de tratamiento de 300 m^3/h.

5.6.3.3.1.7 Cal Hidratada

La cal hidratada o hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) será usada en el proceso de destrucción del cianuro para consumir el ácido excedente. Se desconoce si se producirá suficiente ácido como para requerir la adición de la cal.

Se adquirirá la cal hidratada como un sólido en súper sacos de 1 ton. El saco de cal será colocado en un sistema de alimentación seco. El alimentador seco llevará la cal hidratada a un tanque agitado, donde la misma se mezclará con agua. Se bombeará el

lodo resultante a los tanques de desintoxicación. La cal se hará continuamente a medida que se utilice.

Un saco de 1 ton de cal hidratada y el tanque de mezcla proveerán un suministro de 0.7 días de suministro de cal bajo condiciones de diseño de tratamiento de 300 m^3/h.

5.6.3.3.1.8 Insumos de laboratorio

Los productos químicos del laboratorio que serán utilizados en pequeñas cantidades incluyen ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico, y para su manejo se utilizarán procedimientos estándar de laboratorio.

Los fundentes que serán utilizados en la refinería incluirán óxido de plomo, sílice, bórax (decahidrato de tetraborato de sodio), nitrato de potasio y fluorita (fluoruro de calcio).

Así mismo, el laboratorio servirá para analizar la geología del mineral extraído previo a su envío al área de procesamiento por lixiviación en pilas.

5.6.3.4 Consumo de insumos durante operación

Para el arranque de los procesos de mina, incluyendo el mantenimiento de los equipos, y el procesamiento de minerales, incluyendo el laboratorio, será necesario aprovisionarse de ciertos insumos básicos. Las cantidades y frecuencia de consumo durante el primer año de operación se listan en la Tabla 5.6-4.

Tabla 5.6-4: Insumos para el arranque de operación (año 1)

Descripción	Frecuencia	Cantidad (Kg. o Lt.)
Cianuro de sodio	3 semanas	75,000
Cal en piedra	Silo completo	100,000
Carbón	Circuito completo	30,000
Anti incrustante	4 semanas	6,000
Soda cáustica	4 semanas	3,000
Ácido clorhídrico	4 semanas	2,000
Sulfato de cobre	4 semanas	1,000
Meta bisulfito de sodio	4 semanas	20,000
Cal hidratada	1 semana	5,000
Cemento	1 camión	21,000

Descripción	Frecuencia	Cantidad (Kg. o Lt.)
Diesel (Lt.)	Tanque completo	260,000
Fundentes	4 semanas	
SiO2		1,000
Bórax		1,000
Nitrato		1,000
Ceniza de soda		1,000
Consumibles de laboratorio		1
Suministros de laboratorio		1
Partes de procesos		1
Herramientas manuales		10
Herramientas del taller		1
Herramientas de lixiviación		1

Fuente: Minero Cerro Quema S.A, Septiembre 2014

Por otro lado, cuando los procesos y circuito estén estables se requerirá abastecerse de insumos con una frecuencia semanal, mensual o anual. A continuación se listan los insumos y sus cantidades necesarias para la operación de la mina a partir del año 2 al año 5.

Tabla 5.6-5: Insumos durante operación (años 2 al 5)

Insumo	Consumo (kg/mes)	Tipo de vehículo	Frecuencia
Carbón	1,573	Cama baja	Anual
NaCN	76,353	Cama baja	Semanal
Caliza en piedra	486,667	Tanque cisterna	Diaria
NaOH	3,084	Furgoneta	2 veces por semana
HCl	1,070	Furgoneta	
Anti incrustante	5,673	Furgoneta	
Fundentes	1,007	Furgoneta	
Diesel (mina)	173,176	Tanque cisterna	Cada 2 o 3 días
Diesel (proceso)	38,839	Tanque cisterna	

Fuente: Minero Cerro Quema S.A, Septiembre 2014

Así mismo, se tendrán abastecimientos regulares de las herramientas y piezas desgastadas y de los consumibles básicos como el agua, alimentos, papel y productos

de oficinas. Para la entrega de estos materiales e insumos se necesitaran al menos 3 viajes semanales.

5.7 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS EN TODAS LAS FASES

5.7.1 Sólidos

Tanto en la fase de construcción como en operación, se manejarán los desechos sólidos en basureros u otros contenedores de desechos apropiados. Todos los contenedores estarán cubiertos (o cubiertos y pesados, si no se adhieren los cobertores) para reducir la posibilidad de derrame de basura y para evitar el acceso a la fauna. Se etiquetarán los contenedores usados en el sitio. La basura de la oficina y de los comedores será eliminada en bolsas.

La operación del Proyecto implicará una tasa de generación de residuos sólidos domésticos de alrededor de 1,5 TM/mes (considerando una tasa de generación de 0,5 kg/persona/día y 100 empleados como promedio).

Una compañía autorizada para manejar desechos se encargará de transportar el desecho recolectado a un vertedero de un tercero. Se prohibirá la quema de desechos materiales, vegetación, desechos domésticos, etc.

5.7.2 Líquidos

Durante la fase de construcción se habilitaran 30 baños portátiles para tratar los desechos de una población máxima de 300 personas dentro del sitio. Semanalmente los baños portátiles serán limpiados por una empresa especializada y autorizada.

Durante operación habrá instalaciones de servicios domésticos a lo largo del sitio del Proyecto. Los desechos domésticos líquidos de estos servicios fluirán por gravedad a un sistema séptico para su posterior tratamiento y eliminación. Igualmente, podrán mantenerse una mínima cantidad de baños portátiles instalados en las zonas aisladas del Proyecto.

5.7.2.1 Efluentes líquidos de tajos

De acuerdo a los estudios hidrogeológicos, no se prevé que el desarrollo del tajo intercepte el acuífero que está en contacto directo con el mineral sulfuroso, por lo mismo solo se ha considerado el manejo del agua de lluvia dentro del tajo. Ésta actividad será planeada desde el acondicionamiento de los tajos, es decir en el año -1.

Se instalarán bombas de desagüe móviles que evacuaran la acumulación del agua de lluvias por un canal de descarga hacia un dique de sedimentación ubicado en la quebrada más cercana.

Para el Tajo La Pava el canal conducirá las aguas hacia el norte del mismo, descargando en el dique de sedimentación instalado sobre la Quebrada Wicho. Para el caso del Tajo Quemita, el canal evacuará las aguas hacia el norte del mismo descargando en el dique de sedimentación instalado sobre la Quebrada El Domo.

El agua sin contacto desviada del perímetro de los tajos será enviada a los diques de sedimentación antes de ser descargada al ambiente. Los diques de sedimentación actuarán como estructuras de retención y captura de sedimentos.

5.7.2.2 Aguas residuales domésticas

Las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales domésticas estarán diseñadas para cumplir con las regulaciones de Panamá y con los estándares ambientales de MCQSA.

La operación del Proyecto implicará la generación de aguas residuales domésticas en un volumen aproximado de 3.5 m^3/d (considerando una tasa de generación de 35 lt/persona/día y 150 empleados como promedio).

Se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTAR) en la plataforma de facilidades mineras para tratar los efluentes domésticos provenientes de los baños de los módulos del campamento, cocina-comedor, oficinas, taller, almacén y laboratorio. La PTAR estará diseñada para tratar lo siguiente:

- agua negra proveniente de inodoros y urinarios; y

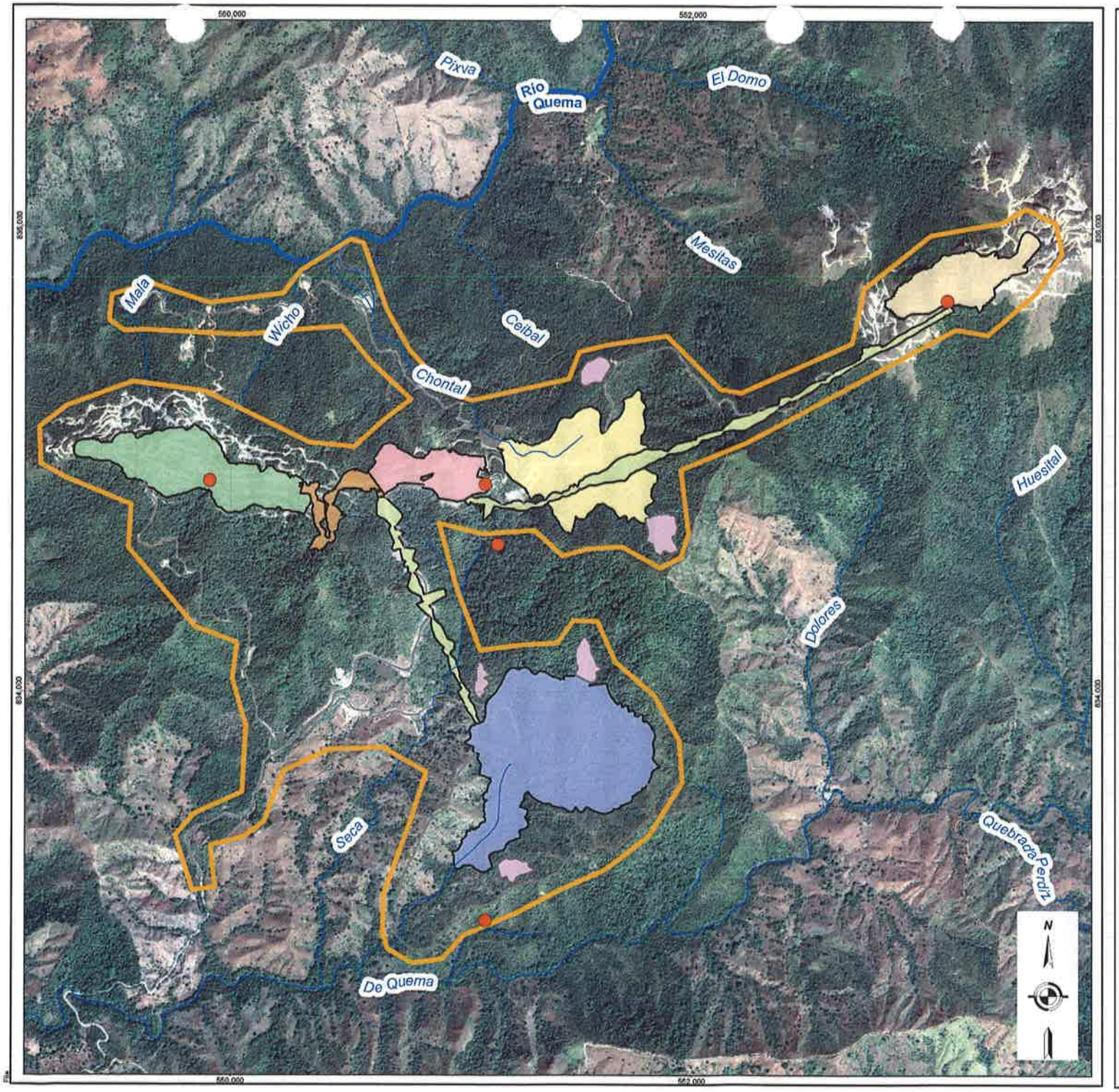
- agua gris proveniente de lavados en dormitorios y baños, duchas, lavanderías y cocinas (se usarán trampas de grasa para captar desperdicios de alimentos y grasa del agua gris de la cocina antes de su descarga).

Los elementos que constituirán la planta de tratamiento son los siguientes

- Sistema de retención de sólidos;
- Estación de bombeo;
- Cámara de regulación;
- Tanques de aireación;
- Sedimentador;
- Bombeo de lodos de retorno tipo air lift;
- Lecho de secado de lodos y
- Cámara de desinfección.

Las aguas residuales tratadas, clarificadas y desinfectadas serán descargadas a la Quebrada Chontal cumpliendo con los parámetros de la COPANIT 35-2000, previo control de calidad por parte de MCQSA. En la Figura 5.7-1 muestra la ubicación del punto de descarga del efluente tratado hacia un canal en la Quebrada Chontal.

Figura 5.7-1. Descarga de efluentes



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Descarga de efluentes
- Huella del Proyecto Minero
- Quebradas
- Ríos
- Camino de acarreo La Pava
- Depósito de roca estéril Chontal
- Depósito de suelo orgánico
- Facilidades auxiliares
- Facilidades del proceso de lixiviación
- Faja tansportadora
- Plataforma de facilidades mineras
- Tajo abierto La Pava
- Tajo abierto Quemita

ESCALA 1:10,000

MCQSA

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

TÍTULO: **MAPA DE DESCARGAS DE EFLUENTES**

	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001		REVISIÓN: VF00		
SNC-LAVALIN PANAMÁ, S.A.	DIBUJO GIS	J.G.G.	FIRMA	NOV 2014	Nº: 5.5-3
	RESPONSABLE	C.A.G.	FECHA	NOV 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FIRMA	NOV 2014	

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación: Junio 1982 - Datum WGS84, Zona 17 Norte

Por otro lado, los efluentes domésticos de los baños ubicados en las oficinas, laboratorio u otras instalaciones del área de procesamiento de minerales serán conducidos a tanques sépticos de dos cámaras y un pozo de percolación que infiltrará las aguas tratadas en el suelo. Los lodos acumulados en la primera cámara del tanque séptico serán retirados mensualmente por una empresa autorizada y llevados a un vertedero o lugar autorizado.

5.7.2.3 Sistema de manejo de aguas pluviales

Un canal de desvío de aguas pluviales permanente situado por encima de la parte superior del WRD Chontal Arriba está diseñado para transmitir adecuadamente la escorrentía generada a partir del evento de tormenta de los 100 años, de 24 horas. El canal de desvío de aguas pluviales desviará las aguas superficiales de escorrentía de la zona de influencia del gradiente de la cuenca alta del chontal, al norte y al oeste, alrededor del WRD Chontal Arriba.

El canal de derivación consiste en un canal trapezoidal. El canal tiene un fondo 2 m planos con pendientes laterales 2H: 1V y una profundidad mínima de 1 m, proporcionando un mínimo de 15 cm de francobordo. Los flujos de canal se liberan en Quebrada Chontal a través de una estructura de salida.

Para el control de los sedimentos generados a partir de los flujos de agua superficial de todo el WRD Chontal Arriba una estructura de control de sedimentos existente se encuentra aguas arriba de la confluencia de la Quebrada Chontal con Rio Quema. La estructura de control de sedimentos se utiliza para controlar el transporte de sedimentos en Quebrada Chontal generada a partir de hasta-gradiente de mejoras. La estructura de control de sedimentos se construye de gaviones roca llena, similar a otras estructuras de control de sedimentos existentes construidos en el sitio. La estructura de control de sedimentos crea un embalse aguas arriba que actúa un estanque de sedimentación, lo que los sedimentos se depositen de los flujos de las corrientes y aguas arriba de depósito de terraplén de la estructura de control de sedimentos.

Caudales siguen fluyendo a través del terraplén, y durante eventos de alto flujo, el agua fluirá por el terraplén a través de un desbordamiento amplia cresta del vertedero en Quebrada Chontal. Los sedimentos se eliminarán aguas arriba del terraplén sobre una base regular para evitar la sobrecarga de la balsa de decantación de aguas arriba del terraplén.

5.7.3 Gaseosos

Se ha identificado la generación de emisiones de gases por los vehículos (todas las fases) y en la refinería (operación).Se realizaran mediciones de los vehículos para verificar el cumplimiento de las emisiones. En el caso de la refinería, el manejo de las emisiones se hará de acuerdo a la normativa panameña. Este tipo de operación hace necesaria la captación de polvos, la cual se llevará a cabo a través de la implementación de filtros de manga (dust colectors).

5.7.4 Peligrosos

Los desechos peligrosos serán puestos en tanques, en bandejas de carga y almacenados en contenedores seguros, impermeables y de tamaño apropiado, proporcionando la debida contención secundaria hasta que un contratista autorizado los transporte fuera del sitio. Los desechos peligrosos serán eliminados de una manera segura y amigable con el medio ambiente, por medio de contratistas externos.

5.7.4.1 Efluentes químicos del laboratorio de procesos

El laboratorio de procesos ubicado en la plataforma de facilidades de lixiviación generará efluentes químicos, los mismo serán reusados en las soluciones de lavados ácidos del procesamiento de minerales. No se prevé ninguna descarga de efluentes químicos con características de peligrosidad al ambiente.

5.7.4.2 Tratamiento del drenaje ácido de roca

Si bien la zona mineralizada dentro de los tajos de mina pertenece a la denominada zona de óxidos, existe la probable presencia de piritas y sulfuros de oro. Por estos motivos, se ha diseñado, una poza de recolección de drenajes en el caso de generarse

drenaje ácido de rocas (DAR) ubicada debajo del depósito de roca estéril Chontal arriba. Para que posteriormente estos drenajes puedan ser bombeados y adecuados en una planta de tratamiento de aguas ácidas.

La planta de tratamiento de aguas ácidas recibirá el agua de la poza de recolección de DAR, donde será tratada y clarificada antes de su descarga al ambiente. La descarga del efluente tratado será conducida a un canal en la Quebrada Chontal, previo control de calidad por parte de MCQSA. Esta planta entraría en funcionamiento al inicio del acopiamiento de material de roca estéril en el depósito.

5.7.4.3 Tratamiento de agua cianurada de proceso

Se ha previsto la purga de las soluciones pobres en caso de que se genere un exceso de solución en el circuito de la pila de lixiviación, sobre todo en los años lluviosos. La concentración de cianuro de esta solución debe reducirse por medio de un proceso de destrucción de cianuro, antes de ser descargada. La planta de tratamiento de agua cianurada utilizará un proceso de aire/SO_2, siendo el SO_2 proporcionado por el bisulfito de amonio. Este reactivo proporciona el ión sulfito, el cual (en presencia del oxígeno disuelto y de un catalizador de sulfato de cobre) oxidará el cianuro libre y el cianuro que está ligeramente mezclado con metales tales como el cobre, zinc y níquel, para formar un ión de cianato. El ión de cianato no es estable, por lo que debe ser posteriormente hidrolizado a iones carbonatados y de amonio. Los metales precipitarán luego en la forma de hidróxidos metálicos. El agua tratada será descargada por gravedad en la quebrada Maricela. La planta de tratamiento será capaz de tratar hasta 300 m^3/hora. Se espera que la planta no se requiera durante las condiciones climáticas de años promedio cuando la extracción y apilamiento de mineral está activo.

Tabla 5.7-1: Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas – Condiciones húmedas anuales de 1 en 100

Mes	Tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas (m^3/hrs)[1]	
	Fase 1 Operaciones	Fase 2 Operaciones
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	4.5
Mayo	0.0	10.2
Junio	29.6	35.6
Julio	30.7	40.8
Agosto	28.8	42.9
Septiembre	35.0	50.0
Octubre	35.8	50.9
Noviembre	41.0	59.0
Diciembre	31.2	47.1

Nota: [1] Las tasas de flujo de la planta de tratamiento de aguas presentadas son activas solamente mientras exista trabajos de minería y apilamiento y no son válidas para después del apilamiento de enjuague de la pila

Fuente: Informe de Pre-Factibilidad, Golder Associates, 2014.

5.7.4.4 Manejo de combustible

La mayor parte del combustible diesel utilizado en Cerro Quema será descargado y almacenado en tanques de acero individuales cilíndricos, horizontales, situados en el extremo oeste de la plataforma existente a 423 msnm, adyacentes a los generadores. El tanque tiene un diámetro de 3,3 m x 11,9 m de largo con una capacidad aproximada de almacenaje de 100 m^3.

El diesel será entregado usando camiones cisterna y será descargado usando una bomba centrífuga horizontal dedicada. De ahí será distribuido a la flota de la mina mediante el uso de bombas dedicadas.

Una plataforma de concreto pavimentado de 214 m^2, situada al este de los tanques de almacenamiento será la estación de combustible para vehículos livianos y pesados. Se incluirá equipo para despachar combustible para equipos livianos y pesados.

Se ubicará un tanque de acero cilíndrico, horizontal, con un diámetro de 1,91 m x 4,86 m de largo en el área de proceso. El diesel será entregado mediante camión cisterna y descargado a este tanque usando una bomba centrífuga horizontal dedicada. Posteriormente se distribuirá el diesel al equipo de proceso usando un circuito de distribución dedicado. Se anticipa que los camiones de entrega programada de diesel ocasionalmente serán desviados al tanque de diesel para proceso para rellenarlo con una carga parcial de combustible.

Se ubicará un tanque de acero cilíndrico, horizontal, con un diámetro de 1,36 m x 3,45 m de largo, adyacente al generador de emergencia. El diesel será alimentado al generador de emergencia usando una bomba dedicada de suministro. Se prevé que se usará el generador de emergencia principalmente para verificar que está operando. El tanque será llenado infrecuentemente y el camión cisterna de la flota de la mina pude suplir las necesidades.

Todos los tanques de combustible serán instalados sobre instalaciones de contención de concreto con capacidad para contener un 110% del combustible almacenado.

5.8 CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE SUELO

El área en donde se desarrolla el Proyecto Minero Cerro Quema esta concesionado a MCQSA, es filial de propiedad de Pershimco Resources Inc., para la extracción de minerales metálicos Clase IV (oro y plata) por un periodo de 20 años. Mediante nota DNRM AL 107-12 del 29 de febrero de 2012 el Ministerio de Comercio e Industria (MICI) certifica que MCQSA mantiene tres contratos con el Estado panameño (19,20 y 21), que hacen un total otorgada de 14,893 hectáreas. Ver detalles en la Tabla 5.8-1.



República de Panamá
Ministerio de Comercio e Industrias

Panamá, 20 de febrero de 2013.
DNRM AL 107-13

En atención a la solicitud formulada por la firma forense MORGAN & MORGAN, en representación de la empresa MINERA CERRO QUEMA, S.A., la Director Nacional de Recursos Minerales, en uso de sus facultades legales,

CERTIFICA:

1. Que la empresa MINERA CERRO QUEMA, S.A., mantiene con el Estado los siguientes contratos:

- **Contrato de Concesión N° 19 de 13 de febrero de 1997**, publicado en Gaceta Oficial N° 23,231 de 26 de febrero de 1997, para la extracción de minerales metálicos (oro y plata) en una (1) zona de 5,000 hectáreas, ubicadas en los corregimientos de Bajo de Guera, Llano de Piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano, distrito de Las Tablas; Altos de Guera y Flores, distrito de Tonosí, provincia de Los Santos, identificado con el nombre MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-63
- Contrato de Concesión N° 20 de 13 de febrero de 1997, publicado en Gaceta Oficial N° 23,231 de 26 de febrero de 1997, para la extracción de minerales metálicos (oro y plata) en una (1) zona de 5,000 hectáreas, ubicadas en los corregimientos de Bajo de Guera, Llano de Piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano, distrito de Las Tablas; Altos de Guera y Flores, distrito de Tonosí, provincia de Los Santos, identificado con el nombre MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-62;
- **Contrato de Concesión N° 21 del 13 de febrero de 1997**, publicado en Gaceta Oficial N° 23,236 de 5 de marzo de 1997, para la extracción de minerales metálicos (oro y plata) en una (1) zona de 4,893 hectáreas, ubicadas en los corregimientos de Bajo de Guera, Llano de Piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano, distrito de Las Tablas; Altos de Guera y Flores, distrito de Tonosí, provincia de Los Santos, identificado con el nombre MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-64

2. Que de acuerdo a la documentación que reposa en los expedientes 96-63, 96-62, 96-64 la sociedad concesionaria MINERA CERRO QUEMA, S.A., ha cumplido a la fecha con las obligaciones contraídas en su totalidad

3. Que los Contratos N° 19, 20 y 21 de 13 de febrero de 1997 se encuentran vigentes y sin modificación alguna a la fecha

ING. ZAHADA BARRERA
Director Nacional de Recursos Minerales

REPÚBLICA DE PANAMÁ

Fundando el Panamá Americano con una Visión Amazónica

Figura 5.8-1: Certificación del MICI de contratos de MCQSA con el estado Panameño.

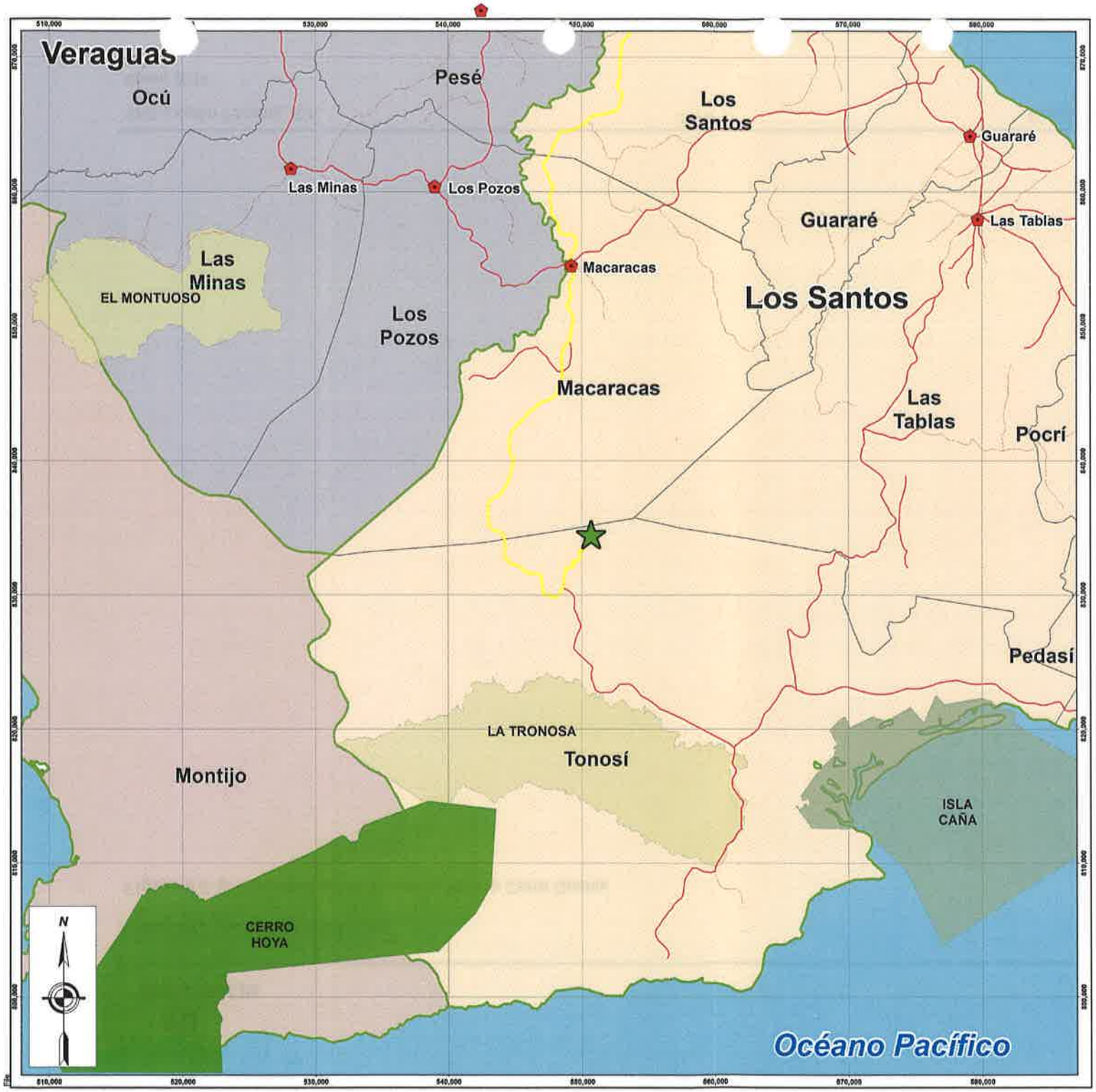
Tabla 5.8-1: Contratos de concesión del Proyecto

Numero de contrato	Fecha	Descripción de la concesión	Ubicación
N° 19	(Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997)	Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) **96-63.**	Corregimiento de Bajo de Güera, Llano de piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano distrito de Las Tablas; Altos de Güera y Flores distrito de Tonosí, provincia de Los Santos.

Numero de contrato	Fecha	Descripción de la concesión	Ubicación
N° 20	(Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997).	Para una superficie de 5,000 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) **96-62.**	Corregimiento de Bajo de Güera, Llano de piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano distrito de Las Tablas; Altos de Güera y Flores distrito de Tonosí, provincia de Los Santos.
N° 21	(Gaceta 23,236 de 3 de marzo de 1997).	Para una superficie de 4,893 ha. Identificado en la Dirección Nacional de Recursos Minerales como MCQSA-EXTR (oro y plata) **96-64.**	Corregimiento de Bajo de Güera, Llano de Piedra y Mogollón, distrito de Macaracas; Bayano distrito de Las Tablas; Altos de Güera y Flores distrito de Tonosí, provincia de Los Santos.

Fuente: Minero Cerro Quema S.A, 2014.

El Proyecto Minero Cerro Quema no está ubicado dentro de ningún área protegida. Ver Figura 5.8-1. Donde se ubica como el área protegida más cercana La Tronosa. A 14.28 km de la concesión.



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Ruta hacia el Proyecto
- Proyecto Minero Cerro Quema
- Vías principales
- Vías secundarias
- Parque Nacional
- Refugio de vida silvestre
- Reserva forestal
- Límite Distrital

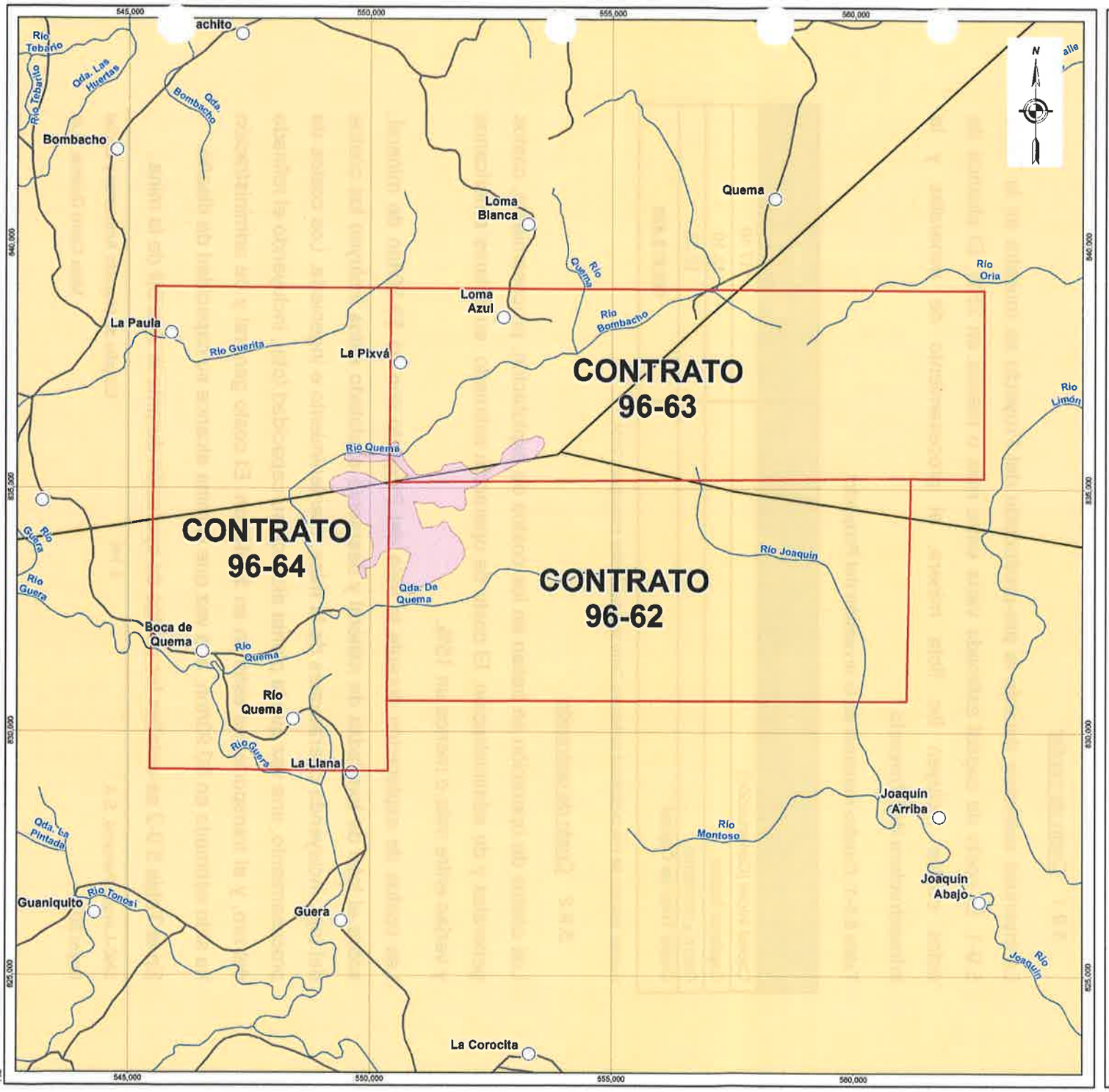
ESCALA 1:180,000

CLIENTE:	Minera Cerro Quema S.A.
PROYECTO:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA
TÍTULO:	MAPA DE UBICACIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS CERCANAS
CÓDIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001
REVISIÓN:	VF00
DIBUJADO: J.G.G. FECHA: DIC 2014	
RESPONSABLE: C.A.S. FECHA: DIC 2014	
APROBACIÓN: E.D.A. FECHA: DIC 2014	
Nº:	5.6-3

REFERENCIAS: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002 - Datum WGS84, Zona 17 Norte

Fuente: SNC-Lavalin Panamá S.A, 2014.

Figura 5.8-2: Concesiones del Proyecto Minero Cerro Quema



MAPA DE UBICA(N



Leyenda

- Poblados
- Caminos
- Rios
- Huella del Proyecto
- Área de Concesión Minera

ESCALA 1:50,000

MCQSA

CLIENTE: **Minera Cerro Quema S.A.**

PROYECTO: **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA**

TÍTULO: **MAPA DE CONCESIONES MINERAS**

	CÓDIGO DE PROYECTO: I_SLP14_001		REVISIÓN: VF00		
	DISEÑO GIS	J.O.G.	FECHA	NOV 2014	N°: 5.8-2
	RESPONSABLE	C.A.S.	FECHA	DIC 2014	
	APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	DIC 2014	

REFERENCIA: - Cartografía Nacional Escala 1:50,000 - Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. Fecha de publicación Junio 2002 - Datum WGS84 Zona 17 Norte

5.9 MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN

Se ha hecho un estimado de los costos de capital, de operación y de cierre para el Proyecto. En el Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto minero se podrán encontrar mayores detalles sobre los costos

5.9.1 Costo de capital

La inversión estimada durante la pre-producción del Proyecto se muestra en la Tabla 5.9-1. El costo de capital estimado varía entre más o menos un 25%. El alcance de estos costos incluyen los flota minera, el procesamiento de minerales y la infraestructura del Proyecto.

Tabla 5.9-1: Cuadro resumen de la inversión del Proyecto

Descripción	Costo Millones de US$
Capital inicial (Construcción)	117.10
Capitales futuros	13.10
Cierre y monitoreo	10.38
Costo Total de Capital	**140,573,429**

Fuente: Estudio de Pre-factibilidad de Minera Cerro Quema, Golder Associates, 2014.

5.9.2 Costo de operación

Los costos de operación se basan en los costos de explotación, procesamiento, costos generales y de administración. El costo de operación estimado en dólares americanos y varían entre más o menos un 15%.

Los costos de explotación durante la vida del Proyecto son de $3.30/ton de mineral, sobre el total de toneladas de mineral y desmonte explotado estos incluyen los costos del tajo, incluyendo operaciones de la mina, mantenimiento e ingeniería. Los costos de procesamiento, una vez que la planta alcance su capacidad total, incluyendo el refinado del oro, y el transporte, se estiman en $4.40/ton. El costo general y de administración ha sido estimado en $0.93/ton, una vez que la mina alcance su capacidad de diseño.

En la Tabla 5.9-2 se detallan los costos de operación durante la vida útil de la mina.

Tabla 5.9-2: Costos de operación promedio del Proyecto

Descripción	Costo de operación (USD $/Ton)
Explotación de la mina	$3.30
Procesamiento de mineral	$4.40
Generales y administrativos	$0.93
Total	$8.63

Fuente: Estudio de Pre-factibilidad de Minera Cerro Quema, Golder Associates, 2014.

5.10 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

5.10.1 Opciones de Configuración de WRD para La Pava

Se han diseñado conceptualmente dos opciones para el WRD del Pozo La Pava. Cada uno proporciona una capacidad de almacenamiento de 18 millones de toneladas. A continuación se resumen las configuraciones, características importantes, ventajas, desventajas y riesgos de las dos opciones de La Pava. Los diseños conceptuales de la instalación propuesta para las opciones 1A y 1B.

5.10.1.1 Opción 1A – WRD Norte de La Pava

La Opción 1A está ubicada en el lado norte del Pozo La Pava. A continuación se resumen las características importantes de la Opción 1A - WRD Norte de La Pava:

5.10.1.1.1 Configuración del WRD:

- El suelo existente generalmente forma taludes de baja gradiente de Sur a Norte,
- aproximadamente del 34% (2.9H:1V).
- área del WRD: 639,700 m².

5.10.1.1.2 Ventajas:

- Ubicada en proximidad cercana al límite norte del Pozo La Pava.
- La ubicación está dentro de propiedad MCQSA.

5.10.1.1.3 Desventajas:

- El área es significativamente más extensa que la Opción 1B debido a los taludes laterales más empinados.
- Los taludes laterales escarpados representarán una dificultad para la colocación y estabilidad de la roca estéril.
- Ubicado en el lado del sitio de la mina en el que se anticipa un microclima más húmedo que la Opción 1B.
- Podría requerirse la desviación de las aguas superficiales alrededor de la cima de la instalación, dependiendo de la configuración final del pozo.

- Se deberán conseguir los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.

5.10.1.1.4 Riesgos:

- Riesgos geotécnicos potenciales debido a la falta de datos de exploración.
- Cercanía a la fuente de agua con pH bajo y al Río Quema.
- Dificultades para el tratamiento del agua y el control de sedimentos en la parte baja del WRD debido a la proximidad al Río Quema.
- La base del WRD invade el Río Quema.

5.10.1.2 Opción 1B – WRD Sur de La Pava

La opción 1B está ubicada en el lado sur del Pozo La Pava, A continuación se resumen las características importantes de la Opción 1B – WRD Sur de La Pava:

5.10.1.2.1 Configuración del WRD:

- El suelo existente generalmente forma taludes de baja gradiente de Norte a Sur, aproximadamente del 30 % (3.4H:1V).
- Área del WRD: 340,500 m².

5.10.1.2.2 Ventajas:

- Ubicación con proximidad al límite Sureste del Pozo La Pava.
- La ubicación está dentro de las propiedades adquiridas por MCQSA.
- El área es significativamente más pequeña que la opción 1A debido a la topografía natural más plana.
- Está ubicado en el lado de la mina que tiene un micro-clima esperado más seco que el de la opción 1A.
- La ubicación del sitio es ventajosa para las instalaciones de control de sedimentos debido a su distancia de la Quebrada Quema y del Río Quema.

5.10.1.2.3 Desventajas:

- ❑ Los taludes laterales serán una dificultad para la estabilidad y la colocación de la roca estéril.
- ❑ Manejo potencial de filtraciones de aguas subterráneas.
- ❑ Posiblemente se requiera desviar las aguas superficiales alrededor de la parte superior de la
- ❑ instalación, dependiendo de la configuración final del pozo.
- ❑ Se deberán conseguir los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.

5.10.1.2.4 Riesgos:

- ❑ Riesgos geotécnicos potenciales debido a la falta de datos de exploración.

5.10.1.3 Resumen Comparativo de las Opciones de WRD La Pava

Con base a la evaluación al informe de pre-factibilidad, la evaluación de los sitios conceptuales de Norte de La Pava y Sur de La Pava, se presenta un resumen de las características importantes del diseño en la Tabla 5.10-1.

Tabla 5.10-1: Resumen Comparativo de la Opción de La Pava

Opciones	Opción 1A	Opción 1B
Área de la superficie del WRD (m^2)	630,700	340,500
Capacidad del WRD (millones de toneladas)*	19.1	18.7
Relación capacidad/Área (toneladas/m^2)**	30.2	54.9
Talud del suelo natural promedio	2.9H:1V	3.4H:1V

*Con base en una densidad de la roca estéril de 1.5 toneladas/m3

**La relación Área/Capacidad está basada en las toneladas de roca estéril colocadas para cada metro cuadrado del área.

5.10.2 Opciones de Configuración de WRD para Quemita

Se han diseñado conceptualmente cuatro opciones para el WRD del Pozo Quemita. Cada una proporciona una capacidad de almacenamiento de 7 MTon. Las siguientes secciones resumen las configuraciones, características importantes, ventajas, desventajas y riesgos de las opciones de WRD para Quemita. Para los conceptos de

WRD de Quemita, la elevación centroide para cada opción se calculó para determinar la distancia promedio requerida para construir un camino de acarreo desde el límite del Pozo Quemita hasta el WRD a un grado máximo del 10%. A continuación se muestran estas distancias asociadas a los costos de acarreo basados en $0.15 por tonelada por kilómetro.

Para la opción de WRD para Quemita que vaya a seleccionarse, se deberá construir un camino de transporte desde el pozo hasta la plataforma de proceso existente para procesar el mineral. Se debería tomar esto en consideración al revisar los costos estimados presentados a continuación.

5.10.2.1 Opción 2A – WRD Norte de Quemita

La Opción 2A está ubicada en el lado Noroeste del Pozo Quemita en el área de captación de la Quebrada Las Brujas, a continuación se resumen las características importantes de la Opción 2A – WRD al Norte de Quemita:

5.10.2.1.1 Configuración del WRD:

- El suelo existente generalmente tiene una pendiente descendiente de Sureste a Noroeste a aproximadamente el 33 % (3.4H:1V).
- Área del WRD: 221,100 m².
- Se deberá construir un camino de acarreo de 2.5 km desde la cresta del Pozo Quemita a una elevación centroide aproximada de 580 m para el WRD, resultando en un costo de acarreo de aproximadamente $2.6 millones.

5.10.2.1.2 Ventajas:

- La ubicación es la más cercana al Pozo Quemita, convirtiéndola en la ruta de acarreo más corta.

5.10.2.1.3 Desventajas:

- Los taludes laterales serán una dificultad para la estabilidad y la colocación de la roca estéril.

- Está ubicado en el lado de la mina cuyo microclima anticipado es más húmedo que el de la Opción 2B.
- Se deberá construir caminos de acarreo adicionales para el acceso desde el camino se acarreo principal hasta la plataforma de procesos.
- Manejo potencial de filtraciones de aguas subterráneas.
- Posiblemente se requiera desviar las aguas superficiales alrededor de la parte superior de la instalación, dependiendo de la configuración final del pozo.
- Se deberá conseguir los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.

5.10.2.1.4 Riesgos:

- Una pequeña porción de la esquina Noroeste del sitio propuesto no es propiedad de PRO.

5.10.2.2 Opción 2B – WRD Sur de Quemita

La Opción 2B está ubicada en la parte Sur del Pozo Quemita en el área de captación superior de la Quebrada Huesital. También se evaluó una ubicación alternativa al oeste del sitio propuesto en el área de captación superior de la Quebrada Dolores. Debido a limitaciones con la propiedad y a la capacidad limitada de almacenamiento, esta ubicación no es apropiada.

A continuación se resumen las características importantes de la Opción 2B – WRD al Sur de Quema:

5.10.2.2.1 Configuración del WRD:

- El suelo existente generalmente tiene una pendiente descendiente de Sureste a Noroeste a aproximadamente el 33 % (3H: 1V).
- Área del WRD: 192,900 m²
- Se deberá construir un camino de acarreo de 2.9 km desde la cresta del Pozo
- Quemita a una elevación centroide aproximada de 540 m para el WRD, resultando en un costo de acarreo de aproximadamente 3.0 MUSD.

5.10.2.2.2 Ventajas:

La ubicación es dentro de propiedades adquiridas por MCQSA.

Está localizado en el lado de la mina en el que se anticipa un microclima más seco que el de la Opción 2A.

5.10.2.2.3 Desventajas:

- Los taludes laterales serán una dificultad para la estabilidad y la colocación de la roca estéril.
- Se deberá construir un camino de acarreo adicional para el acceso desde el camino de acarreo principal hasta la plataforma de procesos.
- Posiblemente se requiera desviar las aguas superficiales alrededor de la parte superior de la instalación.
- Se deberá conseguir los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.
- Manejo potencial de filtraciones de aguas subterráneas.

5.10.2.2.4 Riesgos:

- Riesgos de estabilidad geotécnica debido a la falta de datos de exploración.
- El camino de acceso podría pasar por terrenos que no son propiedad de PRO.

5.10.2.3 Opción 2C – WRD Chontal Arriba

La Opción 2C está ubicada al este de la plataforma de proceso existente en el área de captación superior de la Quebrada Chontal y está en la ubicación aproximada de la instalación de lixiviados establecida durante el diseño preliminar de factibilidad de 1996 realizado por Knight Piésold.

A continuación se resumen las características importantes de la Opción 2C – WRD Chontal Arriba:

5.10.2.3.1 Configuración del WRD:

- El sitio está en un área donde el suelo existente tiene forma de tazón, que será rellenado con material rocoso sobrante.
- Área del WRD: 209,600 m²
- Será necesario construir un camino de acarreo de 4.1 km desde la cresta del Pozo
- Quemita a una elevación centroide aproximada de 420 m para el WRD, resultando en un costo de acarreo de aproximadamente $4.3 MUSD.

5.10.2.3.2 Ventajas:

- Aunque este sitio tiene la ruta de acarreo más larga, se usará el camino de acarreo principal del Pozo Quemita a la plataforma de procesos para esta opción, con una construcción de camino mínima para acceder al sitio del WRD.
- Existen datos de exploración geotécnica disponibles para esta área, brindando una mayor confianza en las condiciones del subsuelo
- Menos riesgos de estabilidad geotécnica que las Opciones 2A y 2B.
- La ubicación está dentro de propiedad de MCQSA.
- La WRD proporcionaría un área adicional para la expansión futura de la plataforma de procesos.

5.10.2.3.3 Desventajas:

- Se requerirá desviar las aguas superficiales alrededor de la instalación.
- Se requerirá el manejo de las filtraciones de aguas subterráneas.
- Se requerirá obtener los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.

5.10.2.3.4 Riesgos:

- No se han identificado riesgos más allá de las Opciones 2A y 2B.

5.10.2.4 Opción 2D – WRD Alterna Sur de Quema

La opción 2D está ubicada en el lado Sur del Pozo Quemita. La capacidad de este WRD es de 1.6 millones de toneladas y se asume que la extracción estará secuenciada para acomodar los 5.4 MTon restantes en los pozos.

A continuación se resumen las características importantes de la Opción 2D – WRD Alterna Sur de Quema:

5.10.2.4.1 Configuración de la WRD:

El suelo existente generalmente tiene una pendiente descendiente de Norte a Sur a aproximadamente el 35 %(2.9H:1V)

Área del WRD: 118,600 m²

Deberá construirse un camino de acarreo de 0.5 km desde la cresta de Quemita a una elevación centroide aproximada de 780 para el WRD, resultando en un costo de acarreo de aproximadamente 0.12 MUSD.

5.10.2.4.2 Ventajas:

La ubicación es dentro de propiedad de PRO.

Está ubicado en el lado del sitio de la mina donde se anticipa un microclima más seco que la Opción 2A.

De las cuatro opciones, esta es la más cercana al Pozo Quemita.

5.10.2.4.3 Desventajas:

- Los taludes laterales serán una dificultad para la estabilidad y la colocación de la roca estéril.
- El ancho global del vertedero es demasiado angosto como para reducir los deslizamientos de roca colina abajo.
- La capacidad está limitada por la topografía natural.
- Requerirá una secuencia de pozos para almacenar la roca estéril restante.

- Se deberá construir un camino de acarreo adicional para el acceso desde el camino de acarreo principal hasta la plataforma de procesos.
- Se requerirá desviar las aguas superficiales alrededor de la parte superior de la instalación.
- Se deberá conseguir los permisos pertinentes para la construcción y operación del WRD.
- Manejo potencial de filtraciones de aguas subterráneas.

5.10.2.4.4 Riesgos:

- Riesgos de estabilidad geotécnica debido a la falta de datos de exploración.

5.10.2.5 Resumen Comparativo de las Opciones de WRD de Quemita

Con base a la evaluación de los sitios conceptuales Norte de Quema, Sur de Quema, Chontal Arriba y Alterno del Sur de Quema hecha por Golder Associates (2014), la Tabla 5.10-2, presenta un resumen comparativo de las características importantes de diseño.

Tabla 5.10-2: Resumen Comparativo de la opción de Quema

Opciones	Opción 2A	Opción 2B	Opción 2C	Opción 2D
Área de la Superficie del WRD (m2)	221,100	192,900	209,600	118,600
Capacidad del WRD (millones de toneladas)1	7.1	7.3	7.1	1.6
Relación Capacidad/Área (toneladas/m2)	32.1	37.8	33.9	13.5
Talud del Suelo Natural Promedio	3H:1V	3.3H:1V	Varía	2.9:1V
Costos de Acarreo Promedio ($millones)	2.6	3.0	4.3	0.123

1 Basado en una densidad de roca estéril de 1.5 toneladas/m3
2 La relación Capacidad/Área está basada en toneladas de roca estéril colocadas para cada metro cuadrado de área
3 El costo refleja la colocación de 1.6 millones de toneladas de material

5.10.3 Opciones preferidas WRD

5.10.3.1 Sitios de WRD en La Pava

Con base al trabajo completado y los hallazgos descritos en esta sección se desarrollaron las siguientes conclusiones para las opciones de WRD en La Pava:

- Opción 1A – Norte de La Pava: Está ubicada cerca al Río Quema y a una infiltración de agua subterránea natural de pH bajo.
- Opción 1A – Norte de La Pava: Tiene un área más grande y taludes más empinados.
- Opción 1B – Sur de La Pava: Tiene un área más pequeña y taludes más planos.
- Con base en estas conclusiones, la opción preferida es la Opción 1B – Sur de La Pava.

5.10.3.2 Sitios de WRD en Quema

Con base al trabajo completado y en las conclusiones descritas se desarrollaron las siguientes conclusiones para las opciones de WRD en Quema:

- Opción 2A – WRD Norte de Quema: Tiene el área más grande y los taludes más empinados.
- Opción 2B – WRD Sur de Quema: Podría requerir la construcción de un camino de acarreo que se extienda fuera de la propiedad de PRO.
- Opción 2C – Chontal Arriba: Ubicada en un área que permitirá hacer un relleno de tipo tazón, opuesto al relleno sobre talud empinado, incrementando la estabilidad geotécnica.
- Opción 2C –Chontal Arriba: El camino de acarreo principal del Pozo Quemita debe construirse sin importar la ubicación del WRD desde el pozo a la plataforma de procesos. Esta ubicación del WRD requerirá una mínima construcción del camino de acarreo más allá del camino principal.
- Opción 2D – Sur de Quema (Alterna): Ubicada cerca al Pozo Quema/Quemita, pero no tiene capacidad para el volumen anticipado de roca estéril y se requerirá almacenar la roca estéril adicional en otro sitio.
- Con el fin de reducir el área impactada, la generación de sedimentos y el drenaje de lluvia ácida, se decidió concentrar toda la roca estéril en una sola descarga. Chontal Arriba fue la opción preferida ya que es el único lugar que puede recibir toda la roca estéril en un solo lugar.

Con base en estas conclusiones, se prefirió la Opción 2C – Chontal Arriba, por lo que procederá a continuar evaluando la misma.

5.10.4 Opciones de Configuración del HLF

Se han diseñado conceptualmente dos opciones para el patio de lixiviación (HLF) con el objetivo de que procese hasta 25 MTon de material triturado y aglomerado. Las siguientes secciones resumen las configuraciones, características importantes, ventajas, desventajas y riesgos de las dos opciones propuestas.

5.10.4.1.1 Opción 1 Chontal Arriba

La Opción 1 se ubica en el área de contención superior de la Quebrada Chontal. El HLF Chontal Superior está ubicada al este del patio de proceso propuesto. A continuación se resumen las características principales de la Opción 1 del HLF:

- El suelo existente generalmente se inclina gradiente abajo del este hacia el oeste a aproximadamente un 40 % (2.5H:1V)
- Área del patio HLF: 361,000 m²
- Capa de grava de drenaje sobre el recubrimiento: 379,000 ton
- El patio para el estanque de proceso será ubicado en la punta del patio de lixiviación en la quebrada de drenaje existente Quebrada Chontal
- Sistema de colección de filtración de aguas subterráneas instalado debajo del recubrimiento de geomembrana

5.10.4.1.2 Ventajas:

- Ubicada aproximadamente a 0.6 km del patio de proceso
- La ubicación está dentro de las propiedades de las cuales MCQSA es propietaria

5.10.4.1.3 Desventajas:

- Requiere el apilamiento del mineral a una elevación más alta que el patio de proceso;

- Se requiere el movimiento del equipo para el apilamiento del mineral más frecuentemente que la Opción 2 debido a las plataformas más pequeñas necesarias para acomodar las condiciones más empinadas del suelo existente;
- El desvío del agua superficial de drenajes existentes será necesario alrededor de la parte superior de la instalación;
- Se requerirá el manejo de la filtración de aguas subterráneas debajo del recubrimiento de geomembrana;
- Las pendientes empinadas laterales serán un desafío para equipos de movimiento de tierra durante la nivelación;
- Es probable que se requiera un relleno sustancial en la punta para la estabilidad y para crear una plataforma para los estanques y el área de proceso;
- Los permisos correspondientes para la construcción y operación de la HLF tendrán que ser adquiridos.

5.10.4.1.4 Riesgos

- Un riesgo geotécnico más alto que la Opción 2.

5.10.4.2 Opción 2 Maricela

El sitio de Maricela se ubica al sur de la ubicación del patio de proceso. A continuación se resumen las características principales de la Opción 2:

- El suelo existente generalmente se inclina gradiente abajo del noreste hacia el suroeste a aproximadamente un 25 % (4H:1V);
- Área del patio de la HLF: 366,000 m^2
- Capa de grava de drenaje sobre el recubrimiento: 384,000 ton;
- El patio para las pilas de proceso estará ubicado en la punta del patio de lixiviación en el drenaje existente;
- El sistema de colección de filtración de agua superficiales instalado debajo del recubrimiento de geomembrana

5.10.4.2.1 Ventajas:

- La topografía del suelo existente es más plana que la Opción 1 y por lo tanto más ventajosa para la nivelación del patio y el apilamiento del mineral;
- La porción interior del sitio es reforzada naturalmente por una cresta topográfica;
- Hay un área directamente aguas abajo del sitio de la HLF que es adecuado para la construcción de los estanques y el patio de proceso, y
- Los costos de operación y de apilamiento del mineral probablemente serán menores que los de la Opción 1 debido a que la elevación del patio de la HFL es más baja que la del patio de proceso.

5.10.4.2.2 Desventajas:

- Ubicada a aproximadamente 1.1 km del patio de proceso. El mineral triturado tendría que ser transportado de la trituradora al sitio de la HLF;
- El desvió de aguas superficiales de drenajes existentes será necesario alrededor de la parte superior de la instalación;
- Se requerirá el manejo de filtración de aguas subterráneas debajo del recubrimiento de geomembrana y
- Los permisos correspondientes para la construcción y operación de la HLF tendrán que ser adquiridos.

5.10.4.2.3 Riesgos:

No hay riesgo aparente

5.10.4.3 Resumen Comparativo de las Opciones para el HLF

Con base a la evaluación realizada de los sitios conceptuales para opciones de localización del patio de lixiviación, HLF Chontal Superior y HLF Maricela en la Tabla 5-6 se presenta un resumen de comparación de las características principales de diseño para cada opción.

Tabla 5.10-3: Resumen de comparación de opciones de HLF.

	Opción 1	Opción 2
Área de la superficie de la HLF (m²)	361,000	366,000
Capacidad de la HLF (millones de toneladas)[1]	26.3	26.0
Proporción de la capacidad al area[2]	0.0137	0.0141
Nivelación del relleno de la punta incluyendo el patio de estanque (m^3)[2]	375,000	175,000
Capa de drenaje (toneladas)[3]	379,000	384,000
Pendiente promedio del suelo	2.5H:1V	4.1H:1V

1 Con base en la densidad de mineral de 1.5 toneladas/m3

2 Proporción de la capacidad al área se basa en metros cuadrados de área por cada tonelada de mineral colocado

3 Con base en la densidad de la capa de drenaje de 1.75 toneladas/m3

5.10.4.4 Opción preferida

Con base a las investigaciones realizadas y los resultados descritos se concluye que:

Opción 1 (Chontal Superior) es más cercana al patio de proceso pero más alta en elevación que el patio de proceso.

Opción 2 (Maricela) es más lejana al patio de proceso pero más baja en elevación que el patio de proceso, más cercana al camino de acceso y requerirá menos nivelación del patio para la estabilidad debido a la topografía natural, disminuyendo potencialmente la erosión y aumento de la sedimentación.

Con base a estas condiciones, se escogió la Opción 2, HLF Maricela para el desarrollo del patio de lixiviación.

ANEXO 3.2

Capitulo 9 Identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales

Proyecto Minero Cerro Quema

TABLA DE CONTENIDOS

SECCIÓN 9 Identificación de impactos ambientales y sociales específicos..... 9-1

9.0 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES ESPECÍFICOS 9-1

9.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL PREVIA (LÍNEA DE BASE) EN COMPARACIÓN CON LAS TRANSFORMACIONES DEL AMBIENTE ESPERADAS 9-1

9.1.1 FACTORES FÍSICO 9-4

9.1.2 FACTORES BIOLÓGICOS 9-12

9.1.3 FACTORES SOCIO-ECONÓMICOS 9-16

9.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS .. 9-21

9.2.1 Etapa de construcción 9-21

9.2.2 Etapa de operación 9-65

9.2.3 Etapa de Cierre 9-91

9.2.4 Etapa post cierre 9-111

9.3 METODOLOGÍAS USADAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS 9-123

9.3.1 Metodología para la identificación de impactos 9-123

9.3.2 Metodología para la evaluación de impactos 9-125

9.4 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS A LA COMUNIDAD PRODUCIDOS POR EL PROYECTO 9-128

9.5 Bibliografía 9-129

TABLAS

Tabla 9.2.1-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de construcción 9-21
Tabla 9.2.1-2: Subcomponentes ambientales 9-22
Tabla 9.2.1-3: Matriz de interacción 9-23
Tabla 9.2.1-4: Impactos ambientales..... 9-24
Tabla 9.2.1-5: Matriz de impactos de la etapa de construcción..... 9-26
Tabla 9.2.1-6: Valoración de impactos de la etapa de construcción..... 9-46
Tabla 9.2.2-1 Actividades principales identificadas Durante la etapa de operación .. 9-65
Tabla 9.2.2-2: Subcomponentes ambientales 9-65
Tabla 9.2.2-3: Matriz de interacción 9-67
Tabla 9.2.2-4: Impactos ambientales..... 9-68
Tabla 9.2.2-5: Matriz de impactos de la etapa de Operación 9-70
Tabla 9.2.2-6: Valoración de impactos de la etapa de operación..... 9-80
Tabla 9.2.3-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de cierre 9-91
Tabla 9.2.3-2: Subcomponentes ambientales 9-92
Tabla 9.2.3-3: Matriz de interacción 9-93
Tabla 9.2.3-4: Impactos ambientales..... 9-94
Tabla 9.2.3-5: Matriz de impactos de la etapa de cierre..... 9-96
Tabla 9.2.3-6: Valoración de impactos de la etapa de cierre..... 9-105
Tabla 9.2.4-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de Post Cierre. 9-111
Tabla 9.2.4-2: Subcomponentes ambientales 9-111
Tabla 9.2.4-3: Matriz de interacción 9-113
Tabla 9.2.4-4: Impactos ambientales..... 9-114
Tabla 9.2.4-5: Matriz de impactos de la etapa de post cierre 9-115
Tabla 9.2.4-6: Valoración de impactos de la etapa de post cierre 9-121
Tabla 9.3.2-1: Criterios de valoración de impactos..... 9-125
Tabla 9.3.2-2: Categorías de la significancia del impato 9-128

SNC·LAVALIN

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

SECCIÓN 9
Identificación de impactos ambientales y sociales específicos

9.0 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES ESPECÍFICOS

La ejecución del proyecto modificará las características presentes del sitio, produciendo variaciones en el entorno. A continuación presentamos el análisis de la situación ambiental previa del sitio del proyecto, en comparación con las transformaciones que se darán.

9.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL PREVIA (LÍNEA DE BASE) EN COMPARACIÓN CON LAS TRANSFORMACIONES DEL AMBIENTE ESPERADAS

Actualmente, el área de influencia del Proyecto presenta perturbación, producto de la actividad humana como la ganadería, tala, rosa y quema, que forma parte de la idiosincrasia de la región, tal como se describe en la sección 8 (8.0 Descripción del ambiente socioeconómico) del presente EsIA.

De acuerdo con la descripción del ambiente biológico, se identificaron dentro de la huella del Proyecto cuatro tipos de vegetación diferenciados, que son: (1) bosques secundarios (en diferentes etapas dedesarrollo o grado de perturbación), que abarcan el 52.6% de su superficie; (2) herbazales, que ocupan un 15.2% del área; (3) cultivos de pino, ocupando un 1.5%; y, (4) áreas de reciente uso agropecuario, que abarcan el 5.5% de la huella del Proyecto. Además, se registraron varios espacios sin vegetación, los cuales representan el segundo lugar en cobertura de la huella, con un 25.3%, y en donde se realizan las tareas de exploración minera, mantenimiento y vigilancia.

Dentro de las tierras de propiedad de Minera Cerro Quema, S.A. se aprecia el proceso de regeneración natural de las formaciones vegetales. Ello debido al detenimiento de las prácticas comunes de los pobladores del lugar, como lo son la tala, quema, pastoreo, caza, etc. Los parches de bosque secundario, son ahora refugio para la fauna silvestre del lugar, siendo la mayoría especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles representantes comunes en áreas de diferentes grados de intervención humana.

~~911~~
392

Adyacentes a la huella del Proyecto (y ocupando un 3% de su superficie), se aprecian áreas de bosque secundario maduro, con señales aún de perturbación antropogénica, pero actualmente en buen estado de conservación.

De otro lado, se encuentra la superficie sin vegetación dentro de la huella, sobre la que actualmente realiza labores MCQSA en el marco del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) aprobado por la Resolución DINAPROCA-PAMA-017-2014 y sus Adendas (Resolución AG-0211-2010, Resolución AG-419-2010 y Resolución AG-0742-2012).

Se aprecia así un contraste interesante entre los impactos que generaría el Proyecto al remover la vegetación para la construcción de la mina; la recuperación del paisaje natural dentro de las tierras del Proyecto propiciada por una extendida historia de exploración minera; y, la predominancia histórica de la actividad agropecuaria en los terrenos colindantes.

De acuerdo con la línea base del estudio los suelos, el área de la huella del Proyecto y las tierras que lo rodean, corresponde a suelos de baja productividad debido a su condición morfológica, pobre abastecimiento de nutrientes y alta erodabilidad. Por ello es que en la sección 8.1 (Uso actual de la tierra en sitios colindantes) se identifican conflictos en el uso del suelo en donde se desarrollan tareas ganaderas y agrícolas de subsistencia.

Considerando lo anterior, si bien el Proyecto implica la remoción total de la superficie de suelo dentro de la huella; los impactos que se generan se dan sobre un componente ambiental de pobre calidad, cuya conservación y disminución del proceso erosivo (esperado en otros escenarios), se ven además beneficiados por la vegetación ha mantenido el Proyecto.

En la zona o cerca del área de influencia directa del proyecto minero, no hay una actividad industrial importante, que origine una fuente sonora significativa. Los niveles de ruido en las estaciones monitoreadas fueron variables, afectados principalmente por el ruido de vehículos y los sonidos típicos de un ambiente natural (viento, aves, ramas de árboles, voces de personas, entre otros).

892
893

Se puedo observar que a pesar de que en las estaciones monitoreadas los valores máximos de ruido, sobrepasan lo establecido en la norma de referencia, los valores promedio de Leq (nivel de exposición de sonido) se encuentran dentro de la norma de referencia.

En cuanto al monitoreo del material particulado PM10 los valores obtenidos se encuentran por debajo de lo establecido en la norma. Las actividades que influyen en estos datos son el movimiento de tierra y el paso de vehículos medianos. Actualmente los gases dispersos en el aire (CO, SO2 y NO2) se encuentran con valores por debajo de los límites máximos permisibles.

Actualmente en el área de influencia directa del Proyecto, no se genera ningún tipo de olor que pueda considerarse como molesto, debido a que el área se encuentra libre de fuentes emisoras que aporten contaminantes.

Es decir, los impactos que se manifiesten sobre la calidad del aire, lo harán sobre un recurso de buena calidad, extendido así en el área de influencia del Proyecto.

Siguiendo la línea base de hidrología, se pudo concluir que la calidad de las aguas superficiales del río Quema, en la sección que recibe los causes de las quebradas que atraviesan la huella del Proyecto, no representan en la actualidad una fuente de contaminación de las aguas del río Güera.

Más aún, las especies de perifiton reportadas en la línea base biológica son comunes en ecosistemas acuáticos no perturbados y la gran mayoría de familias de insectos acuáticos registrados son sensibles a la contaminación y alteración de hábitat.

Todo ello indica que, pese a la historia de perturbación antrópica del área, la calidad de los causes de agua no ha sido gravemente afectada; encontrándonos con un recurso de buena calidad.

Finalmente, se espera que si el Proyecto lleva a cabo todas las medidas establecidas en el EsIA, los cambios en la calidad de los diferentes componentes ambientales, luego de la etapa de cierre/post cierre.

9.1.1 FACTORES FÍSICO

- *Hidrología*

De acuerdo a lo descrito en el Capitulo 6 LBF en la sección 6.6.1 Hidrologia, los resultados de calidad de agua evidencian las características de un yacimiento altamente mineralizado.

Las características geomorfológicas, geológicas y de uso del suelo influyen en la longitud, pendiente y orientación de los cursos de agua así como en la capacidad de retención de las cuencas. Se destaca que el área del Proyecto minero se encuentra en la porción oriental de la Península de Azuero en donde presentan los recursos más bajos del país.

En la vertiente del Pacifico solo del 7% al 15% del aporte anual se da entre enero y abril y del 85% al 93% restante en la época lluviosa, de mayo a diciembre. Se observa, además, que la variación de los caudales mes a mes en la región del Pacifico, es grande. En general, el mes de mayor caudal es el de octubre.

El principal río, de influencia en el área del proyecto minero, es el río Tonosí que se divide en cinco sub-cuencas de las cuales la subcuenca del río Quema (o microcuenca del río Quema) cuya superficie corresponde al área específica de influencia indirecta ambiental del Proyecto.

La microcuenca del río Quema, tiene un área de drenaje de 85.4 km2, un caudal promedio de 3.66 m3/s, un caudal específico de 42.9 l/s/km2 y un coeficiente de escorrentía de 0.56, según datos de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA.

La zona norte del Proyecto drena hacia el río Quema, mientras que la zona sur drena hacia la quebrada De Quema, que es a su vez afluente del río Quema.

Las quebradas que vienen del norte fluyen al río Quema, mientras que las quebradas del sur fluyen a la quebrada De Quema (incluyendo quebrada Seca).

Ambas fluyen al río Quema aguas abajo del proyecto minero, el cual a su vez fluye al río Güera hasta confluir con el río Tonosí y este último desemboca finalmente al Océano Pacífico.

No existen lagos ni humedales presentes en el sitio del Proyecto. Los drenajes existentes son intermitentes y se activan durante la estación lluviosa. Los aportes de manantiales y flujos en las quebradas varían enormemente entre las temporadas lluviosa y seca.

- *Calidad de aguas superficiales*

Los resultados de calidad de agua evidencian las características de un yacimiento altamente mineralizado. La calidad de las aguas superficiales de la microcuenca del río Quema no representa una fuente de contaminación de las aguas del río Güera.

La calidad ambiental del acuífero somero fue evaluada con los resultados de calidad de agua de los manantiales dentro del área del proyecto. Se observaron los siguientes como iones principales, al sodio, cloruro y sulfato, con una baja a intermedia conductividad (144.2 – 639.7 uS/cm). Se observó valores ácidos de pH en manantiales especialmente en las zonas noroeste (grupo de drenajes de quebrada Mala, valores de pH de hasta 2.80) y en noreste (grupos de manantiales Centro La Mesita y Quebrada Quema, valores de pH de hasta 3.20).

- *Calidad de aguas subterráneas*

No existen lagos ni humedales presentes en el sitio del Proyecto. Los drenajes existentes son intermitentes y se activan durante la estación lluviosa. Los aportes de manantiales y flujos en las quebradas varían enormemente entre las temporadas lluviosa y secaLos manantiales de aguas acidas observados indican que este acuífero tiene contacto con rocas subterráneas donde la meteorización de estratos con sulfuros libera ácidos de forma natural. La baja mineralización de agua en los drenajes, permite llegar a la conclusión que sólo el acuífero somero es un acuífero activo e importante en la zona.

A partir de los datos recolectados por lo piezómetros instalados en el Proyecto se indica que Geológicamente, se pudo diferenciar dos unidades hidrogeológicas: (1) material superficial no consolidado (depósitos cuaternarios) y (2) roca volcánica (andesita y dacita). La conductividad hidráulica en el material superficial no consolidado varió entre 2E-5 m/s y 2E-4 m/s, con un promedio geométrico de 6E-5 m/s, mientras la conductividad en roca volcánica varió entre 5E-5 y 2E-9 m/s. La

más alta permeabilidad en el material superficial no consolidado origina en la granulometría relativamente gruesa y la fácil percolabilidad en este material. La roca volcánica muestra más bajas permeabilidades, con una tendencia general a una reducción de permeabilidad con mayor profundidad. Sin embargo, esta tendencia no es homogénea, probablemente por diferentes zonas con rocas fracturadas y rocas competentes no fracturadas.

De los 61 manantiales identificados, entre permanentes y estacionales se monitorearon 18 para la línea base de este Estudio de Impacto Ambiental donde se observaron agrupaciones de drenajes con pH ácido (pH <5.0) en la zona noroeste (grupo de drenajes de quebrada Mala, valores de pH de hasta 2.80) y en noreste (grupos de manantiales de Centro La Mesita y Quebrada Quema, valores de pH de hasta 3.20). Probablemente, el agua de estos manantiales proviene de la zona de mineralización cerca a la superficie, donde la oxidación de sulfuros genera de forma natura el drenaje ácido de rocas. Con excepción de los manantiales de La Quema, que drenan a la quebrada De Quema, los manantiales de aguas acidas drenan a la quebrada Mala. Los valores de los manantiales ácidos están afuera del límite máximo permisible (pH 6.5 – 8.5).

- *Geomorfología*

Cerro Quema, con una altitud de 950 msnm, es el accidente geográfico prominente del ciclo geomorfológico y corresponde a un paisaje en la etapa de juventud donde las montañas aún se conservan bien. Por ello, se concluye que presentan una característica típicamente montañosa y de grandes desniveles;

El área del Proyecto oscila entre 200 msnm y 950 msnm, destacando el Cerro La Pava como el segundo accidente geomorfológico prominente, con una altitud de 543 msnm;

La huella del Proyecto presenta tres unidades geomorfológicas: UGM-1 (Cerro El Espino), UGM-2 (Cerro La Pava) y UGM-3 (Cerro Quema, Cerro Quemita y Cerro Mesita), las cuales han sido identificadas de acuerdo a las altitudes relativas del terreno, características litológicas, pendientes, tipo de relieve y procesos;

La UGM-1 representa el 10% del total del área de la huella del Proyecto; la UGM 2 cubre un 70% y la UGM-3 representa un 20%;

El 20% de los terrenos (UGM-3) presentan pendientes abruptas de más de 60° y están localizados en las inmediaciones de Cerro Quema.

- *Capacidad de uso de suelo y aptitud*

De acuerdo a esta clasificación de suelos del USDA (Soil Taxonomy), los suelos del Proyecto corresponden a la categoría de Oxisoles;

El estudio de suelos para la línea de base elaborado por SNC Lavalin Panamá en mayo del 2014 y las muestras analizadas en el laboratorio del IDIAP determinaron que los suelos en el área de estudio son medianamente ácidos a ligeramente ácidos con rangos de pH entre 6.30 a 5.40. Los suelos analizados son pobres en materia orgánica y con alto contenido de hierro y aluminio, propio de los suelos Oxisoles;

La morfología de los suelos del Proyecto refleja el proceso de la iluviación de arcillas, debido a su baja saturación de bases y bajo contenido de materia orgánica, los mismos se consideran dentro de los suelos menos fértiles del país;

El estudio de referencia de Jorge Jonas (Jonas 1994) concluye que en el área de interés, los suelos son de baja productividad debido a su condición morfológica, abastecimiento pobre nutrimental y leve a moderada erosión por agua y viento del suelo superficial. Los suelos del área de estudio son altamente erodables por los atributos de la tierra y por la no existencia de una cobertura vegetal adecuada. Esta descripción ubica al 90% de los suelos en la clase VII No Arable.

- *Meteorología*

El área del Proyecto se caracteriza por tener un clima tropical de sabana, con una precipitación anual mayor a 1,000 mm, con varios meses con lluvia menor a los 60 mm, y una temperatura media del mes más fresco menor a 18° C.

La lluvia en el área del Proyecto, presenta valores bajos en relación al resto del país, estos oscilan entre 1,500 y 2,500 mm por año.

En el área del Proyecto se pueden apreciar los cambios estacionales de la temperatura máxima, mínima y media. Donde los meses de marzo y abril presentan las temperaturas máximas promedio más altas con media de 35.4°C y que noviembre y diciembre presentan las máximas promedios más bajas con 33.5 y 33.3°C, respectivamente. En cuanto a las mínimas promedio podemos notar que los meses con noches más cálidas son mayo y junio con 22 y 21.7°C, respectivamente y que los meses de enero y febrero presentan las noches más frescas con 18.8 y 19.2°C, respectivamente. De los valores indicados se induce que el comportamiento de la temperatura está fuertemente asociado al comportamiento de la lluvia.

El área del Proyecto presenta uno de los valores anuales más altos en la duración del brillo solar, este valor es superior a 2,000 horas al año.

La evaporación anual que se presenta en la zona de Azuero, particularmente en áreas de poca elevación como en la estación Los Santos, nótese que la máxima anual es de 2,561.7 mm por año y que la mínima es de 1,172.9 mm por año, con un valor medio de 1,770.9 mm al año.

La presión en Cerro Quema es de 894.5 mb. Con valores de presión que oscilan entre los 943 y 947 HP, con un promedio de aproximadamente 945 HP.

- *Calidad del aire*

Se realizaron mediciones de calidad de aire para material particulado (PM10) y gases dispersos en el aire fueron La selección de las estaciones consideró la proximidad a futuras facilidades mineras, las características del suelo y la vegetación que podría verse afectada por los contaminantes. El monitoreo tomo en cuenta cinco estaciones ubicadas dentro del área de influencia del Proyecto. Se midieron partículas suspendidas en el aire con un diámetro aerodinámico de 10 micras (µm) o menos (PM10). El PM10 se genera durante las actividades de movimiento de tierra y operaciones mineras y la concentración de gases dispersos en el aire comprende los parámetros de CO, NO2 y SO2. Además se realizó una modelación de las emisiones del horno de fundición del Proyecto. Basado en los resultados obtenidos las condiciones ambientales registradas, se concluyo que, las concentraciones de PM10 y gases se encuentran en cumplimiento con los límites máximos permisibles de la agencia de protección ambiental de USA y la OMS.

Por otro lado a través de una modelación de gases y vapores se ha determinado que las concentraciones de Hg y HCN emisiones atmosféricas generadas principalmente por las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Como resultado del modelo desarrollado para el Proyecto, las concentraciones de las emisiones de gases y vapores emisiones no son significativas y disminuyen a medida que las mismas se alejan del área del proyecto. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del sitio del Proyecto, los impactos anuales de las concentraciones de HCN sobre los receptores fuera del área del proyecto se consideran no significativos

- *Ruido*

Se realizaron mediciones de ruido ambiental en cinco estaciones ubicadas dentro y fuera de la Huella del Proyecto. Las estaciones EM1, EM2 y EM4 se ubican dentro del área de la huella del Proyecto. Por otro lado, la estación EM3 se ubica en la garita de ingreso al campamento-oficina de MCQSA sobre la vía a Tonosí. El propósito de esta estación fue monitorear el ruido ambiental que actualmente afecta a la comunidad de Río Quema, debido a que probablemente el nivel de ruido aumentará durante la construcción y operación del Proyecto por el incremento del tránsito de vehículos. Finalmente, la estación EM5 se ubica fuera del área de la huella del Proyecto, pero dentro de la zona de concesión minera.

El monitoreo se realizo bajo condiciones de actividades normales que se realizan

En el área del Proyecto y tomo en consideración los datos proporcionados por la estación meteorológica HOBO, operativa en MCQSA desde mayo de 2013. El ruido ambiental monitoreado dentro y fuera del área del Proyecto fue comparado con los valores establecidos en el Decreto Ejecutivo N°1 de 15 enero 2004, que establece 60 dB (A) como nivel de ruido permitido, para las áreas residenciales e industriales en horario diurno. El valor más elevado registrado fue de 78.4 dB (A), encontrándose fuera de la norma de referencia. Este valor corresponde a la estación donde se ubica el laboratorio de núcleos de rocas, obtenidos de las perforaciones geológicas, donde utilizan máquinas de corte y trituración para los núcleos de rocas. Este incremento del ruido en el laboratorio de núcleos de rocas se debe principalmente a que las máquinas cortadoras requieren el uso de compresores, así

como también el uso de extractores de aire. Se hace la observación que el laboratorio de núcleos se encuentra dentro del campamento y oficinas de MCQSA sobre la vía a Tonosí, distante a las residencias de la comunidad de Río Quema en aproximadamente 400 m.

Los otros de los puntos muestrados resultados se mantienen por debajo de lo indicado por la legislación nacional.

- *Olores*

Actualmente en el área de influencia directa del Proyecto, no se genera ningún tipo de olor que pueda considerarse como molesto, debido a que el área presenta una calidad de aire libre de fuentes emisoras que aporten contaminantes que perturben la misma. Asimismo es importante mencionar que históricamente, este parámetro no ha sido monitoreado.

- *Inundaciones*

Hidrológicamente, el área del Proyecto minero Cerro Quema posee un sistema de pequeñas subcuencas que drenan con tendencia Este-Oeste hacia la vertiente Norte limitada por el Río Quema y hacia la vertiente Sur limitada por la Quebrada Quema, ambos a afluentes del Río Tonosí. En el sector Este, las quebradas de la vertiente sur drenan hacia el Río Joaquín.

Las condiciones de inundación se presentan desde mediados de octubre hasta fines de noviembre, lo cual coincide con el nivel de precipitaciones estadísticamente más alto en la región. Los problemas de inundación en las zonas del río Tonosí se deben a la alteración de los cauces y sus márgenes, lo que reduce la capacidad de defensa frente al aumento del nivel de las aguas.

La litología de la cuenca el río Tonosí se encuentra conformada por calizas, la cual por sus características químicas no filtra agua; por lo que contribuye al aumento de los índices de escorrentía en las zonas bajas. Las crecidas excepcionales del Río Tonosí se presentan con una frecuencia bianual. El nivel de afectación de las crecidas del río Tonosí se caracteriza entre alto a medio

- *Actividad sísmica*

El sitio propuesto para el Proyecto Cerro Quema está ubicado en una región con actividad sísmica histórica relativamente alta, al Norte del Cinturón Deformado del Sur de Panamá. Al menos han ocurrido 192 sismos de magnitud mayor a 3.0 M dentro de aproximadamente 150 km. del sitio desde finales del siglo XVII.

El registro histórico sísmico de la tectónica regional dentro de unos 500 km del sitio del proyecto Cerro Quema, están representados por un modelo de peligrosidad sísmica específica que contiene ocho fuentes de área, cinco fuentes de culpa cortical y dos fuentes de la zona de subducción. Todas estas fuentes contribuyen a producir movimientos de tierra en el sitio del proyecto Cerro Quema.

El sitio del proyecto Cerro Quema se encuentra dentro de la fuente de área del SPDB definida para este estudio. Dos fallas asignadas – la falla de Azuero-Soná y la falla de Panamá sur – se ubican a 18 km. y a 57 km. del sitio del proyecto Cerro Quema, respectivamente. Estas dos fallas o sus segmentos son capaces de generar sismos de gran magnitud (7.5 M o mayor).

La falla del río Joaquín y otras faltas menores identificadas dentro del sitio del proyecto minero no representan un riesgo de ruptura significativa de la falla superficial; debido a que tienen poca o ninguna expresión topográfica. Además, se caracteriza de poseer una limitada continuidad lateral y probablemente se formaron en un régimen tectónico diferente de la actualidad.

La falla de Azuero-Soná se encuentra a 18 km. del sitio del Proyecto. Las observaciones de reconocimiento aéreo de escarpas "frescas", topografía izquierdo-lateral offset y perturbado, y valles alineados son evidencia de que la falla de Azuero-Soná es activa. La tasa de actividad se desconoce porque los estudios existentes no contienen suficientes detalles para establecer una tasa promedio de deslizamiento.

Los diseños de estabilidad de taludes obedecen a los análisis probabilísticos sísmicos con valores de PGA de aproximadamente 0.24 g y 0.42 g para periodos de retorno de 475 y 2,475 años.

En el Proyecto no se construirán instalaciones críticas ubicadas cerca de la cresta de los tajos. Se estableció un periodo de retorno de 475 años para el análisis

sísmico inicial y el diseño de las instalaciones sobre la Quebrada Chontal Arriba y Maricela

Finalmente, es posible afirmar que la falla del río Joaquín no representa un peligro de ruptura de falla superficial; es decir, la misma no representa una fuente de grandes sismos en el sitio donde se ubicaran las facilidades de lixiviación Maricela y el depósito de material estéril Chontal Arriba.

- *Erosión y deslizamiento*

Se identificaron dos áreas con potencial de desarrollar deslizamientos dentro de la huella del Proyecto, presentados a continuación:

□ Las laderas de la montaña Cerro Quema, con pendientes abruptas y altitudes mayores a los 600 msnm (Cerro Quema, Cerro Quemita y Mesita), corresponden a los sitios con mayor potencial de generar deslizamientos sufriendo fenómenos como movimientos de masa, derrumbes y erosión;

□ Las inmediaciones de Cerro La Pava, con altitudes entre 400 a 599 msnm donde se desarrollan procesos de erosión, solifluxión y formación de cárcavas;

□ Los mayores deslizamientos deberán esperarse en la estación lluviosa, cuando el suelo saturado provoque inestabilidad en las laderas. Por gravedad se generan deslizamientos cuesta abajo de los terrenos con poca vegetación.

9.1.2 FACTORES BIOLÓGICOS

- *Flora*

En la huella del Proyecto se encuentran cuatro tipos principales de vegetación: (1) bosques secundarios (en diferentes etapas de desarrollo o grado de perturbación); (2) herbazales; (3) cultivos de pino; y, (4) áreas de reciente uso agropecuario (como potreros o fincas);

❑ El bosque secundario joven cubre el 54.08% de la huella del Proyecto. El bosque secundario maduro un 4.32%, los herbazales un 8.57%, los cultivos de pino un 1.99% y las áreas de reciente uso agropecuario un 15.21%. Además el 14.70% de la superficie corresponde a áreas sin vegetación y el 1.14% a plantaciones de acacias;

- Considerando el área de estudio se registraron 78 especies de árboles, y en la huella del Proyecto 65 especies;

- Sin considerar a las plantaciones de coníferas, las especies más abundantes fueron principalmente pioneras, formadoras de áreas de rastrojo (*Bursera simaruba, Cordia alliodora, Ochroma pyramidale, Byrsonima crassifolia*, *Gordonia fruticosa y Calycophyllum candidissimum*). Éstas representaron el 49% de los árboles inventariados;

- Las áreas más ricas en especies de árboles se encuentran fuera de la huella del Proyecto. Se estima una riqueza potencial de especies de árboles para el área de estudio que oscila entre 80 y 113 especies;

- Los mayores valores de diversidad, así como los más altos niveles de desarrollo del bosque se encuentran localizados en las áreas de bosque secundario maduro;

- Se estima, para el área de bosque secundario de la huella del Proyecto, un volumen total de madera de 4,968.96 m_3 (3,712.35 m_3 en áreas de bosque secundario joven y 1,256.61 m_3 en áreas de bosque secundario maduro);

- Se registró un total de cuatro especies amenazadas en el área de estudio: *Astronium graveolens, Cedrela odorata, Epiphyllum phyllanthus y Terminaliaamazonia*.

- *Fauna*

El estudio de línea base desarrolló el componente de fauna considerando los grupos de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y vida acuática (perifiton, insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces);

- Para el grupo de mamíferos se reportaron ocho órdenes, 14 familias y 22 especies. De estas especies, para el grupo de murciélagos se reportan cinco especies y se logró estimar una riqueza potencial que oscila entre cinco y siete especies para el área y el periodo de estudio;

- Para el grupo de aves se reportan 15 órdenes, 35 familias y 90 especies. A partir del trabajo de captura por redes de niebla se estimó una riqueza potencial de

especies de aves menores del sotobosque que oscila entre 20 y 36 especies, para el área y el periodo de estudio;

- Con respecto al grupo de anfibios, se reporta al orden Anura y dentro de él ocho familias y 15 especies. A partir del trabajo de transectos se registraron 12 especies y una riqueza potencial que va de 12 a 15 especies para el área y el periodo de estudio;

- Sobre el grupo de reptiles se reportaron dos órdenes, seis familias y 14 especies. En las estaciones de muestreo se registraron 11 especies, generándose una riqueza potencial que oscila entre 12 y 14 especies;

- La identificación de individuos del grupo de perifiton llegó hasta el nivel taxonómico de género. Se reportan siete clases, 15 órdenes, 23 familias y 29 géneros;

- La identificación de individuos del grupo de insectos acuáticos llegó hasta el nivel taxonómico de familia. Se reportan nueve órdenes y 29 familias. La riqueza potencial oscila entre 29 y 34 familias de insectos acuáticos para el área y periodo de estudio;

- No se registraron individuos de moluscos probablemente debido a la marcada sequía del año 2014, Para el grupo de crustáceos se reporta un orden, tres familias y seis especies. La distribución de los datos de campo no genera un rango de especies potenciales mayor al observado;

- Para el grupo de peces se reportan cinco órdenes, seis familias y 10 especies. La riqueza potencial oscila entre 10 y 15 especies para el área y periodo de estudio;

- La gran mayoría de especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles (con excepción de aquellas endémicas o bajo alguna categoría de amenaza) son representantes comunes en áreas de diferentes grados de intervención humana. Lo que responde a la historia de fincas, potreros, tala y quema de la región;

- Las especies de perifiton reportadas son comunes en ecosistemas acuáticos no perturbados, La gran mayoría de familias de insectos acuáticos son sensibles a la contaminación y alteración de hábitat. Los géneros reportados de peces y crustáceos son comunes en regiones tropicales y subtropicales. Esto indica que

pese a la historia de perturbación antrópica del área, la calidad de los causes de agua no ha sido gravemente afectada;

❑ Para todos los grupos en estudio se reportan valores bajos de riqueza, que ente estaciones de muestreo evidencian en su magnitud diferencias significativas.

Considerando la función de Rényi para la evaluación de biodiversidad vemos que no se puede hacer una diferenciación clara de este parámetro ecológico entre estaciones de muestreo. En general, los resultados obtenidos responden a la presencia de pocas especies dominantes por grupo de fauna y de amplia distribución en el área de estudio;

❑ El análisis de similitud no generó asociaciones entre estaciones de muestreo que evidencian patrones claros de similitud estacional o espacial en el área de estudio. Las similitudes encontradas responden también a la distribución de las especies dominantes observadas. Esto podría ser debido a la composición de las formaciones vegetales que se presentan como parches, entre bosques secundarios de diferentes grados de perturbación (desde rastrojos hasta bosques secundarios maduros, herbazales, potreros y cultivos de pino);

El índice de calidad de agua empleado, BMWP'/Col describe al curso de agua evaluado como de "aguas muy limpias" (Clase I, Calidad "Buena"), indicando una buena calidad del ambiente acuático en el área de estudio;

□ De acuerdo al análisis de metales pesados en peces se concluye que los especímenes analizados reportan concentraciones de hierro, el cual es un elemento normal en su composición bioquímica y que no se encuentran evidencias de metales pesados en los individuos, lo cual (de la misma manera que el índice de BMWP'/Col) nos sirve de indicador de la buena salud del ambiente acuático;

□ Se registró un total de 24 especies endémicas o bajo alguna categoría de amenaza. Tres especies de mamíferos; 18 especies de aves y tres especies de anfibios.

- *Ecosistemas frágiles*

El presente estudio no ha identificado ecosistemas frágiles. Sin embargo se han identificado dos áreas de importancia ecológica por ser las de mayor nivel de

905
906

conservación. Corresponden a dos áreas de bosque secundario maduro colindantes con la huella del Proyecto, una en el sector de Quebrada Seca y la otra al sur de cerro Quema.

9.1.3 FACTORES SOCIO-ECONÓMICOS

- *Demografía*

Las proyecciones de crecimiento demográfico para los distritos de Macaracas y Tonosí, de acuerdo a las cifras oficiales, muestran que éstos distritos tuvieron una tendencia a decrecer para el periodo 2000 – 2010. Esto se refleja en las comunidades dentro del AID del proyecto, tales como La Paula, Loma Blanca, Río Quema y Joaquín Arriba, todas las que tuvieron tasas negativas de crecimiento en el último periodo. Ello fue confirmado durante el estudio de campo a partir de la aplicación de las encuestas de hogares ya que se encontraron en estas y prácticamente en todas las comunidades del AID, un número de viviendas menor o viviendas sin habitantes al momento de las visitas domiciliarias en comparación al número de viviendas identificadas en el Censo del año 2010.

Otra variable con respecto al comportamiento demográfico en la provincia de Los Santos, es la tendencia a un decrecimiento en indicadores tales como la natalidad, que muestran un decrecimiento desde el año 1998 de 16.0% a 12.0% en el año 2012, mientras que el crecimiento natural varia en el mismo periodo de 10.6% a 5.5%, (por mil habitantes) en ambos casos.

- *Población*

Con respecto al comportamiento de movilidad o migración de la población, en general en estas comunidades se encontró una población con permanencia en el lugar desde antes del año 2000, mientras se evidencia un proceso de transición demográfica por parte de la población joven y madura que tiene tendencia a salir de estas comunidades. Los casos más críticos se encuentran en las comunidades de más difícil acceso tales como La Paula, Loma Blanca, Mogollón que están expulsando población. Entre las causas identificadas de este comportamiento se encontraron la falta de oportunidades de empleo y servicios básicos deficientes. La población tiene aspiraciones de mejora de sus condiciones de vida (salud, vivienda,

educación), que no son satisfechas en esas áreas, por lo que buscan oportunidades en otras comunidades más urbanas.

- *Salud Pública*

En materia de salud, la mayoría de la población debe acudir a las cabeceras de los distritos de Macaracas y Tonosí para acceder a servicios de salud ya que en las comunidades no hay puestos o centros de salud.

- *Vectores*

La causa de morbilidad más frecuente, tanto en el distrito de Macaraca como en Tonosí es la rinofaringitis (resfriado común), en tanto que en la provincia a nivel general es la diarrea la que ocupa el primer lugar

- *Educación*

En cuanto a la situación educativa, la mayoría de los centros educativos funcionan bajo la modalidad "multi – grado". Excepto en las comunidades de Guaniquito y Quema, el resto de las comunidades tienen niveles educativos de 1° a 6° grado de primaria. En el caso de estas dos comunidades tienen la modalidad de tele -básica para los alumnos que han superado el 6° grado.

La preferencia de los padres de familia, siempre que cuenten con los recursos, es enviar a sus hijos a otras áreas como las cabeceras distritales o de la provincia para que continúen sus estudios.

Otro elemento importante en materia educativa es la disminución en la matrícula de estudiantes que se está dando en los últimos años. En comunidades como La Paula se prevé el cierre de la escuela, mientras que en Loma Blanca, el docente informó que en pocos años se deberá cerrar ya que son escasos los estudiantes, debido a la disminución de población.

- *Infraestructura y servicios basicos*

Si bien en materia de infraestructura pública, las vías de acceso son un aspecto favorable en esta región (ya que la mayoría de las comunidades tienen buenas vías y las viviendas se encuentran localizadas a orilla de la carretera), el resto de infraestructuras no es tan favorable.

El acceso a agua para uso doméstico, es un tema crítico. Todas las comunidades dependen de sistemas de acueductos rurales que de acuerdo a la normativa están bajo la competencia del MINSA. Sin embargo, tienen problemas para acceder a este recurso, especialmente durante la estación seca. No reciben orientación periódica del MINSA para su administración y mantenimiento. Los sistemas están funcionando con poco o ningún mantenimiento, las fuentes de agua se secan durante la temporada seca. En adición, están ubicadas en áreas riesgosas en el entorno de fincas agropecuarias, expuestas a contaminación por agroquímicos o excretas de animales, sin tratamiento para su purificación.

Las JAAR o comités locales están desactualizados y con pocos directivos activos, frustrados por la falta de cooperación del resto de las familias de las comunidades.

Las viviendas en su mayoría tienen servicio de electricidad (79%), siendo las comunidades más alejadas como Loma Blanca y La Paula las que tienen el menor número de viviendas con este servicio (20% y 33% respectivamente).

- *Aguas residuales*

El proyecto ha sido diseñado para que se generen las menores descargas. Es importante señalar que el proyecto se considera autocontenido y se reutilizará el agua de las piletas para el proceso. Durante la etapa de construcción no se considera que habrá generación ni descarga de aguas residuales ya que se utilizaran baños portátiles.

- *Recolección de desechos sólidos*

Durante esta etapa se estarán generando desperdicios orgánicos de los grupos de trabajadores contratados (205 - 300 aproximadamente), en tanto que los inorgánicos son los generados por las actividades que se requieren hacer para todas las facilidades mineras, incluyendo además las instalaciones temporales. El servicio de recolección es responsabilidad de los municipios del área. Dentro del proyecto un contratista externo se encargara de esta actividad.

- *Empleo*

Se estima que el auge económico que se experimentará durante los meses pico de construcción generará unos 300 nuevos empleos directos con las siguientes características:

- Profesionales: Ingenieros civiles, mecánicos, eléctricos, instrumentistas, arquitectos, ambientales
- Personal de apoyo: soldadores, electricistas, instrumentistas, pintores, aplicadores albañiles, carpinteros, armadores de tuberías, operadores de equipo pesado, etc. Personal de oficina: Secretarias, contadores, oficinistas, administradores, mensajeros, etc.
- Trabajadores manuales: ayudantes generales, aseadores, jardineros, etc.

Cabe señalar que dicho impacto será positivo para Tonosí y Macaracas siempre y cuando el Proyecto incentive la contratación de personal local. Además, se espera que el proyecto genere unos 100 nuevos empleos indirectos.

- *Paisajismo*

Se identificaron 11 unidades de paisaje en el área de estudio, mediante la integración de factores biofísicos como la geomorfología y la cobertura vegetal, empleando las herramientas de análisis espacial del SIG ArcGIS 10.2. De estas unidades, el paisaje que más predomina es la Unidad 10 (UP-10) con 22,6%, que corresponde a uso agropecuario en montañas media a bajas con valles intramontanos. En contraste, el paisaje menos predominante, con 0,7% del área de estudio, pertenece a la Unidad 4 (UP-4) que corresponde a bosque intervenido en colinas altas y bajas que son moderadamente y fuertemente disectadas. Todas lasunidades en el área de estudio de paisaje nos indican un alto nivel de intervención humana sobre el paisaje natural

Respecto a la calidad visual del paisaje, el 96% del área de estudio presenta una calidad visual media, es decir, que son áreas que reúnen características excepcionales para algunos aspectos, y comunes para otros. El 4% restante presenta una calidad visual baja, es decir, sus características y rasgos son comunes en el área de estudio de paisaje. No existen unidades de paisaje con calidad visual alta y que reúnan características excepcionales para cada aspecto considerado en la evaluación;

En el caso de la capacidad de absorción visual (CAV) y fragilidad visual, el 26.2% del área de estudio de paisaje presentan una CAV baja, consecuentemente la fragilidad es alta debido principalmente a la pendiente de estas zonas, por lo tanto cualquier cambio o modificación del paisaje podrá ser percibida con facilidad. El 34.9% del área de estudio de paisaje presenta una CAV media alta y por ende una fragilidad media baja, por lo tanto, en esta zona se podrían llevar a cabo mayores *modificaciones en el paisaje dado que existe una mayor capacidad de absorción o* menor fragilidad visual, dichas zonas (34.9% del área de estudio de paisaje) se encuentran en la margen izquierda del Río Güera y la parte baja del Río Quema.

De los resultados se observa que en el área correspondiente a la huella del Proyecto predominan paisajes con fragilidad media alta; sin embargo, estos tendrían poca visibilidad hacia las localidades dentro del área de estudio de paisaje de acuerdo al análisis de visibilidad y cuenca visual realizada;

Del análisis de visibilidad y cuenca visual, se determina que el área de la huella del Proyecto no presenta una línea de visibilidad directa con el poblado de La Paula, y los componentes del Proyecto serían apenas visibles en la localidades clave evaluadas, esto debido a la topografía que rodea el área, la cual no permite que éste sea visible en su totalidad desde los puntos de observación clave.

Se considera que las personas que podrían visualizar pequeñas partes del Proyecto son los residentes de los poblados de La Llana, Río Quema, Boca de Quema, Loma Blanca y los usuarios de tierras agrícolas cercanas a estos centros poblados y aquellas personas que se desplacen por la carretera Llano de Piedra - Tonosí, dentro del área de estudio de la línea base de paisaje.

- *Sitios Historicos, arqueológicos y culturales declarados*

El área del Proyecto representa una zona rural de la provincia de los Santos, dedicada a actividades agropecuarias donde los asentamientos humanos actuales son pequeños caseríos familiares separados a gran distancia uno de otros, los cuales fueron abandonados por venta de sus propiedades a MCQSA.

En base a la revisión bibliográfica, al recorrido durante la presente evaluación arqueológica y a las consultas con algunas personas de la población vecina, no

existen monumentos o sitios antropológicos e históricos dentro del AID y Área de Concesión Minera del Proyecto.

9.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS

9.2.1 Etapa de construcción

De acuerdo con la metodología presentada en la Sección 9.3, se generaron los siguientes resultados.

9.2.1.1 Identificación de las actividades principales.

La metodología de identificación de impactos, se subdividió a cada etapa del Proyecto en actividades principales. Para esta tarea se partió de la información presentada en la Sección 5.0 (Descripción del proyecto). Las actividades se presentan en la Tabla 9.2.1-1. Se generó así un listado de 7 actividades durante esta etapa de construcción

Tabla 9.2.1-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de construcción

Número	Actividad
Etapa de construcción	
1	Corte de vegetación y desarraigue
2	Movimiento de tierras (excavaciones, corte y relleno, voladuras, bermas etc.)
3	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal
4	Manejo de material orgánico e inerte
5	Obras civiles / geomembranas (levantamiento de estructuras, iluminación)
6	Instalación de tuberias (excavaciones, voladuras, relleno, etc.)
7	Montaje de infraestructuras (solo HL y facilidades mineras - tanques de combustibles, etc)
8	Contratación de personal
9	Disposición de desechos
10	Demanda de servicios públicos

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.1.2 Identificaicón de los sistemas, subsistemas y factores ambientales

Continuando con la metodología, se identificaron 16 subcomponentes ambientales o ecosistémicos. El componente físico se subdividió en seis subcomponentes. El componente biológico en cuatro subcomponentes. Finalmente, el componente socioeconómico se subdividió en seis subcomponentes (Tabla 9.2.1-2).

Tabla 9.2.1-2: Subcomponentes ambientales

Número	Subcomponente ambiental
Componente físico	
1	Aire
2	Ruido y/o vibraciones
3	Geomorfología y geodinámica
4	Suelo
5	Agua superficial
6	Agua subterránea
Componente biológico	
7	Flora
8	Fauna
9	Vida acuática
10	Ecosistemas
Componente socioeconómico	
11	Poblacón
12	Capacitación y empleo
13	Administración pública
14	Transporte y comunicaciones
15	Patrimonio cultural y paisaje
16	Salud y seguridad

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.1.3 Identificación de los impactos ambientales

Este nivel consistió en la elaboración de la matriz de interacción (Tabla 9.2.1-3). En esta matriz se pueden apreciar 80 interacciones para la etapa de construcción.

Tabla 9.2.1-3: Matriz de interacción

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterránea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
CONSTRUCCION																	
1	Corte de vegetación y desarraigue	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•				•	•
2	Movimiento de tierras	•	•	•	•	•	•		•	•						•	•
3	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	•	•		•	•	•		•	•		•			•		•
4	Manejo de material orgánico e inerte	•	•		•	•	•		•	•						•	•
5	Obras civiles	•	•		•	•	•		•	•		•				•	•
6	Instalación de tuberías	•	•		•	•	•		•	•							•
7	Montaje de infraestructuras	•	•		•	•	•		•	•						•	•
8	Contratación de personal											•	•	•			•
9	Disposición de desechos	•			•	•	•		•								•
10	Demanda de servicios públicos											•		•			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

973
914

9.2.1.4 Identificación y valoración de impactos

Se identificaron y codificaron los impactos percibidos en cada interacción de la matriz previa (Tabla 9.2.1-3). Se generó así la matriz de impactos ambientales, que se presenta en las tablas Tabla 9.2.1-4, en donde se aprecia un total de 41 impactos identificados.

Tabla 9.2.1-4: Impactos ambientales

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Código	Impacto
Físico	Aire	AIR-1	Contaminación del aire por combustión
		AIR-4	Generación de malos olores
		AIR-5	Incremento de la concentración de material Particulado
	Ruido y vibraciones	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros
		RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones
	Geomorfología y geodinámica	GEO-1	Alteración de la topografía
	Suelo	SUE-1	Eliminación de la capa fértil de suelo
		SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUE-3	Contaminación del suelo por desechos
		SUE-6	Incremento de la erosión
	Agua superficial	SUP-1	Alteración de la red de drenaje
		SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos
		SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos
	Agua subterránea	SUB-1	Alteración del régimen hidrogeológico
		SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos
		SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos
Biológico	Flora	FLO-1	Incremento de la actividad de colecta de flora
		FLO-3	Afectación de la diversidad florística
	Fauna	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunística
		FAU-2	Incremento de actividad de caza y captura de fauna
		FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés
		FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas
	Vida acuática	VID-1	Afectación o pérdida de la diversidad de especies acuáticas.
	Ecosistemas	ECO-1	Incremento de la fragmentación y perdida de hábitat
		ECO-2	Pérdida de unidades de vegetación
Socioeconómico	Población	POB-1	Reversión de tendencia demográfica
		POB-2	Afectación sobre las viviendas de las comunidades locales
		POB-3	Modificación de los servicios de los poblados cercanos.
		POB-4	Incremento de las actividades económicas

9-14
915

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Código	Impacto
	Capacitación y empleo	EMP-1	Perdida de tierras productivas
		EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal
	Administración pública	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas
	Transporte y comunicaciones	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto
		TRA-2	Incremento del tráfico vehicular
	Patrimonio cultural y paisaje	PAT-1	Daño del patrimonio cultural
		PAT-2	Alteración del paisaje natural
	Salud y seguridad	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos
		SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

Tabla 9.2.1-5: Matriz de impactos de la etapa de construcción

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterranea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
CONSTRUCCION																	
1	Corte de vegetación y desarraigue	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-1 SUE-2 SUE-5	SUP-1 SUP-3 SUP-5	SUB-2	FLO-1 FLO-3	FAU-1 FAU-2 FAU-3	VID-1	ECO-1 ECO-2	POB-5				PAT-1 PAT-2	SAL-2
2	Movimiento de tierras	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2	GEO-1	SUE-1 SUE-2 SUE-5	SUP-1 SUP-3 SUP-5	SUB-1 SUB-2		FAU-1 FAU-2 FAU-3	VID-1						PAT-1 PAT-2	SAL-2
3	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-1 FAU-2 FAU-3 FAU-4	VID-1		POB-2 POB-3 POB-4 POB-5			TRA-1 TRA-2		SAL-2
4	Manejo de material orgánico e inerte	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-1 SUP-3 SUP-5	SUB-1 SUB-2		FAU-1 FAU-2 FAU-3	VID-1						PAT-1 PAT-2	SAL-2
5	Obras civiles	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-1 FAU-2 FAU-3	VID-1						PAT-2	SAL-2
6	Instalación de tuberías	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-1 SUP-3 SUP-5	SUB-1 SUB-2		FAU-1 FAU-2 FAU-3	VID-1							SAL-2
7	Montaje de infraestructuras	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-1 FAU-2	VID-1						PAT-2	SAL-2
8	Contratación de personal											POB-1 POB-2	EMP-1 EMP-2	SER-1			
9	Disposición de desechos	AIR-4			SUE-3	SUP-2	SUB-4		FAU-1 FAU-4								SAL-1 SAL-2
10	Demanda de servicios públicos											POB-2 POB-3 POB-4 POB-5		SER-1			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

915
916

916
917

9.2.1.5 Descripción de los impactos identificados

- **Impactos al componente físico**

Para esta etapa de construcción se identificaron para el componente físico 18 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes ambientales (ver Tabla 9.2.1-4) y se desarrollan a continuación.

9.2.1.5.1 Impactos al subcomponente aire

Se identificaron tres impactos potenciales que inciden sobre el subcomponente aire. Todos de manera negativa.

9.2.1.5.2 Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Identificado para las tres etapas del Proyecto. Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada, emisión de polvo).

9.2.1.5.3 Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto sobre la percepción de los olores relacionado principalmente con la emisión de gases de combustión. Pueden deberse a actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, adicional por la acumulación de desechos sólidos organicos, entre otros.

9.2.1.5.4 Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Impacto identificado para la mayoría de actividades dentro de las tres etapas del Proyecto. Generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros.

- **Impactos al subcomponente ruido y vibraciones**

Se identificaron dos impactos potenciales de carácter perjudicial para este subcomponente.

917
918

9.2.1.5.5 Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Para este impacto se evalúa las fuentes emisoras fijas y móviles de ruido durante la etapa de construcción del Proyecto. Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de construcción, movilización y tritutrado del mineral, voladuras, etc.

9.2.1.5.6 Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Este impacto se genera durante la etapa de construcción del Proyecto, ya que considera las actividades de movimiento de tierra, transporte de maquinarias, equipos, insumos; montaje de infraestructuras, instalación y funcionamiento de maquinaria como las trituradoras y voladuras.

- **Impactos al subcomponente geomorfología y geodinámica**

Bajo este subcomponente identificamos un solo impacto potencial, de carácter negativo.

9.2.1.5.7 Alteración de la topografía (GEO-1)

Este impacto se prevee para la etapa de construccion, ya que se efectuará remoción de material del cerro La Pava con el propósito de proveer roca de relleno.

- **Impactos al subcomponente suelo**

Para el subcomponente suelo se identificaron cuatro impactos potenciales. Todos de carácter negativo.

9.2.1.5.8 Eliminación de la capa fértil del suelo (SUE-1)

Este impacto se generará durante dos actividades principales de la etapa de construcción. Estas son: corte de vegetación y desarraigue, y movimiento de tierras. La capa de suelo será eliminada en su totalidad del área de origen, sin embargo almacenada para su utilización en el cierre de la mina.

9.2.1.5.9 Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Identificado para las actividades descrita para la etapa de construcción, debido a la posibilidad de generarse por vertidos accidentales de aceites, grasas e

hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino.

9.2.1.5.10 Contaminación del suelo por desechos (SUE-3)

Un mal manejo de desechos o una pobre educación ambiental en el personal de la mina puede originar que los materiales sólidos o líquidos desechados inicien su proceso de descomposición (y liberación de químicos extraños para el entorno).

9.2.1.5.11 Incremento de la erosión (SUE-6)

El impacto identificado básicamente para las tareas de corte de vegetación y desarraigue y movimiento de tierras. Este impacto se dará debido a la exposición de la superficie del suelo debido al cambio en su cobertura durante la construcción, sometiéndose a las presiones ambientales propias de la precipitación y el viento (erosión pluvial y eólica).

Estudios de pérdida de suelos llevados a cabo en el área, durante el año 2015, indican que podrían esperarse incrementos de 0.5 ton/ha/año cuando la superficie cambia de pasto a suelo desnudo en terrenos con 20% de pendiente, en tanto que si el cambio es de bosque a suelo desnudo tales cambios podrían ser de 2.3 ton/ha/año para la misma pendiente.

En terrenos con pendientes de 40% y para los mismos cambios en cobertura, pasto a suelo desnudo y bosque a suelo desnudo, estos incrementos podrían ser de 5.5 ton/ha/año y de 5.9 ton/ha/año, respectivamente.

Este incremento en la erosión deriva en un aumento en la cantidad de sólidos en suspensión para las aguas de escorrentía, concentraciones que variaran en función de los volúmenes de escorrentía que pudieran darse.

- **Impactos al subcomponente agua superficial**

Sobre este subcomponente se determinaron cuatro impactos potenciales; todos de de carácter negativo.

9.2.1.5.12 Alteración de la red de drenaje (SUP-1)

Impacto identificado que considera la afectación en los patrones de captación de agua en actividades de remoción de vegetación; y, las posibles alteraciones por obstrucción del flujo de escorrentía, en las actividades de movimiento de tierras, manejo de material orgánico e inerte, instalación de tuberías y manejo de material estéril, y demolición y retiro de escombros. Se construirán drenajes subterráneos en las quebradas Chontal y Marisela para conducir adecuadamente sus nacientes, ya que atravesarán el depósito de material estéril Chontal y las facilidades del proceso de lixiviación respectivamente.

9.2.1.5.13 Contaminación de agua superficial por desechos (SUP-2)

Este impacto se origina por el contacto de material sólido o líquido de desecho con los cursos de agua cercanos al Proyecto, originado de manera accidental durante las tareas de manejo y disposición de desechos en esta etapa del Proyecto.

9.2.1.5.14 Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento hasta el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema.

9.2.1.5.15 Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinatia o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras.

- **Impactos al subcomponente agua subterranea**

Para este subcomponente se identificaron tres impactos; todos ellos de carácter negativo.

9.2.1.5.16 Alteración del régimen hidrogeológico (SUB-1)

Este impacto se evalúa en función al aprovechamiento del recurso (suministro de agua potable de un pozo ubicado en quebrada Chontal y abastecimiento de agua para el proceso de lixiviación), compactación de suelos por equipo pesado que impida la normal alimentación a la capa freática, y alteración de manantiales naturales ubicados dentro de la huella del Proyecto. El impacto potencial se presenta fundamentalmente durante las etapas de construcción y operación.

9.2.1.5.17 Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)

Impacto identificado para la etapa de construcción, causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos,

9.2.1.5.18 Contaminación de agua subterránea por desechos (SUB-4)

Impacto identificado durante esta etapa, considerando la lixiviación de sustancias o de los desechos, que haga contacto con la capa freática a través de la filtración desde el suelo o desde los manantiales naturales del lugar.

- **Impactos al componente biológico**

Para el componente biológico se hallaron 9 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de cuatro subcomponentes ambientales (ver Tabla 9.2.1-4) y se desarrollan a continuación.

9.2.1.5.19 Impactos al subcomponente flora

Para este sumcomponente se identificaron dos impactos potenciales, de carácter negativo.

9.2.1.5.20 Incremento de la actividad de colecta de flora (FLO-1)

Durante las labores de remoción de vegetación durante el proceso constructivo habrá un mayor acercamiento a espacios con presencia de especies de interés para la colecta, como por ejemplo orquídeas o individuos de alguna de las especies protegidas identificadas en la línea base. Ejerciéndose así presión sobre este componente.

921
922

9.2.1.5.21 Afectación de la diversidad florística (FLO-3)

La diversidad florística presente en la huella del proyecto, necesariamente será afectada con una actividad que está entre las primeras a realizar denominada corte de vegetación y desarraigue, la cual es necesaria ejecutar durante la fase de construcción. Dentro de la huella del proyecto el área destinada a las Facilidades del proceso de lixiviado (P15, P16, P17) y Deposito de roca estéril (P13, P14, P17) serán las área más afectada, en cuanto a la perdida de la diversidad de la flora, según los resultados obtenidos con los índice de diversidad de Renyi; el tipo de vegetación presente en esta áreas es de bosque secundario joven y bosque secundario maduro. Tomando en cuenta el grado de perturbación que han tenido estos bosques actualmente presentan una buena diversidad de flora. Los mayores valores de diversidad, así como los más altos niveles de desarrollo del bosque se encuentran localizados en las áreas de bosque secundario maduro el cual ocupa un 4.3% de la superficie de la huella del proyecto.

Es importante destacar que durante el levantamiento de línea base se tomó en cuenta áreas aledañas al proyecto, se pudo comprobar que el área donde se realizó la P2 tiene una diversidad más alta que otras parcelas que están ubicadas dentro de la huella del Proyecto; por lo cual consideramos que las áreas más ricas en especies de árboles se encuentran fuera de la huella del Proyecto. Se estima una riqueza potencial de especies de árboles para el área de estudio que oscila entre 80 y 113 especies. La diversidad de árboles dentro de la huella del Proyecto es menor a aquella registrada en las formaciones de vegetación adyacentes a la misma (Sección 7).

Para este impacto se incluye el análisis de las posibles afectaciones a las especies protegidas o de interés especial de la flora. En el periodo de construcción, el corte y desarraigue serán las actividades responsables de causar un impacto sobre las especies de interés especial. La flora que recibirá este impacto, es aquella que se encuentra protegidas bajo ley nacional o estén con alguna condición de peligro según UICN, Cites.

A partir de la información obtenida en la línea base biológica se registraron cuatro especies de interés especial, las cual se encuentran categorizada como

922
923

"vulnerables" por la legislación nacional (es decir, es una especie que no está críticamente en peligro, pero tiene un alto riesgo de extinción en estado silvestre en un futuro mediato).

De estas, solo tres especies (Astronium graveolens, Cedrela odorata, Eppiphyllum phyllanthus), se encuentran dentro de la huella del proyecto.

Dado que en las áreas fuera de la huella del proyecto (Parcela #2 y Parcela #4) el bosque secundario tiene un mejor estado de conservación, se obtuvieron mayores registro (N= 15 individuos) de la especie Astronium graveolens, mientras que dentro de las facilidades del proyecto se obtuvo un registro de tres individuos, por lo cual la afectación para esta especie seria baja. En lo que respecta a la especie Cedrela odorata se obtuvieron cinco registros, de los cuales uno fue fuera de la huella del proyecto (Parcela #4), dos dentro de la huella del proyecto y otros dos dentro de las facilidades del proyecto. Para la misma se tiene establecido medidas dentro del Plan rescate y reubicación de flora.

En el período de construcción, las actividades correspondientes a corte de vegetación y desarraigue; movimiento de tierra, excavación, voladuras, relleno, montaje de infraestructuras, entre otras; serán las responsables de la eliminación de parte del hábitat existente. La pérdida de la cobertura vegetal, principalmente bosques secundario (en diferentes etapas de desarrollo o grado de perturbación), herbazales, así como las de plantaciones de acacias y coníferas, junto con el deterioro de otros elementos bióticos y abióticos, ocasionaran que la fauna que se encuentra en la huella del proyecto se vea desprovista de sitios adecuados para procurar su supervivencia. Además de la reducción de la superficie vegetal, la pérdida de hábitat puede llegar a incrementar la fragmentación y el aislamiento, formándose barreras que limiten procesos naturales como la distribución natural de especies, reproducción, dispersión de semillas, entre otros.

- **Impactos al subcomponente fauna**

Para este subcomponente se identificaron cuatro impactos, todos de carácter negativo.

9.2.1.5.22 Perdida de riqueza o diversidad faunística (FAU-1)

Las actividades como corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierra, voladuras, excavaciones; generarán perdida de la riqueza faunística en la huella del proyecto. Estas actividades ocasionarán un aumento en los niveles sonoros. Dichas perturbaciones se reflejarán principalmente en el alejamiento de los animales del área de construcción. Las mismas, interferirán en actividades diarias de las distintas especies; ya sea alimentación, descanso, búsqueda de pareja, apareamiento, relación depredador-presa, nidificación, etc. Esto interrumpirá el desarrollo normal del comportamiento de las especies, ahuyentándolas quizás hacia sitios alejados en busca de un nuevo hábitat. Probablemente, algunos ejemplares ahuyentados, podrían encontrar refugio en áreas boscosas cercanas al área del proyecto. Recordemos que fuera de la huella del proyecto encontramos bosque secundario maduro con buena diversidad de flora, lo cual puede proveer de refugio y alimento.

Debido a la perturbación ya existente en los hábitats de ambos sectores, principalmente en el Este, la riqueza de especies de fauna registrada fue relativamente buena. No obstante, este sitio alberga un total de 141 especies de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) cuyas poblaciones se verán afectadas por el proyecto.

En la fase de operación, una vez que cesen las actividades de construcción, los ejemplares de la fauna silvestre que fueron alejados de su hábitat podrían retornar al área, al menos a las áreas con vegetación que no fueron necesarias talar durante la construcción. A pesar de que se generará cierto cambio en el uso del suelo; el diseño del proyecto contempla mantener áreas de vegetación que permitan conservar, en cierta medida, parte del paisaje natural del sitio, por lo que se espera el retorno de algunas especies de la fauna silvestre en el área de las instalaciones del proyecto.

9.2.1.5.23 Incremento de actividad de caza y captura de fauna (FAU-2)

Fundamentalmente en esta etapa de construcción habrá mayor probabilidad de que se generen encuentros con fauna silvestre de interés de crianza, venta o como alimento para los trabajadores, como por ejemplo en nidos, madrigueras u otros encuentros ocasionales.Una débil educación ambiental podría también propiciar la cacería de fauna como por ejemplo caza de monos, ñeques, armadillos, etc.

9.2.1.5.24 Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Es un impacto de carácter accidental a lo largo de todas las etapas del Proyecto, ya que en el mismo se generará cierto tráfico vehicular. Dicho tráfico ocurrirá, principalmente por el paso de camiones, maquinaria de equipo pesado y vehículos para el transporte de materiales, equipo y personal. Esto intensificará las probabilidades de atropello sobre los animales provocando la muerte o lesión de la fauna de interés especial (ya sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo), afectando las densidades de población o el número de individuos por especies. Cabes señalar que este impacto cobra mayor importancia durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, en áreas de mayor densidad de flora como lo son el depósito de roca estéril Chontal y las facilidades del proceso de lixiviación A partir de lo anteriormente mencionado las especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles) serían aquella que podrían ser afectadas, aquellas especies que no hayan podido salir de su madriguera(roedores , mamíferos medianos); y aquellos que permanezcan en nidos (pichones).

9.2.1.5.25 Introducción de especies exóticas e invasivas (FAU-4)

El impacto se refiere principalmente a la llegada al lugar de especies como ratas o perros que compitan por el espacio con especies nativas y que se manifiesten de manera agresiva hacia ellas. Esto puede ocurrir principalmente durante la etapa de construcción del Proyecto, siendo estas especies transportadas con el personal o equipo que ingresa a la huella del Proyecto o atraídas por los desechos orgánicos de los trabajadores.

- **Impactos al subcomponente vida acuática**

9.2.1.5.26 Afectación o pérdida de la diversidad de especies acuáticas.

La riqueza o diversidad en los ecosistemas acuáticos del área de estudio se analizó a través del perifiton, insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces. No se registraron especies de interés en ninguna de las estaciones de muestreo. Únicamente se observaron taxones y especies comunes.

Se espera que el proyecto minero no afecte la riqueza de especies de ecosistemas acuáticos. La remoción de suelo de los tajos se realizará en las partes altas y de

manera escalonada. Asimismo, la construcción de las facilidades se realizará de manera controlada, de manera que no se vean afectados los causes del río Quema y quebrada de Quema.

- **Impactos al subcomponente ecosistemas**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos de carácter negativos.

9.2.1.5.27 Incremento de la fragmentación de hábitat (ECO-1)

El área del Proyecto se caracteriza por ser un lugar altamente intervenido y que mantiene cierto grado de regeneración natural en diferentes sectores de bosque secundario. La construcción de las facilidades mineras, en las labores de corte de vegetación y desarraigue generan el aislamiento y distanciamiento de estos espacios, formándose barreras que limiten procesos naturales como la distribución natural de especies, reproducción, dispersión de semillas, entre otros.

9.2.1.5.28 Pérdida de unidades de vegetación (ECO-2)

Antes del inicio de las obras de construcción específicamente durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, se llevara a cabo la eliminación de gran parte de la cobertura vegetal existente, principalmente bosques intervenidos que representa el 47.54% de la cobertura vegetal en la huella del proyecto; mientras que 16.40% es rastrojo.

A nivel de unidades de vegetación de valor ecológico que se reducirán producto de la etapa de construcción serian el Bosque Secundario joven que cubre el 54.08% de la superficie de la huella del proyecto; el mismo está compuesto por arbustos de diferentes especies pioneras y algunos árboles dispersos, observándose que en AID este tipo de vegetación se encuentra en diferentes estado de sucesión vegetal. Esta vegetación se formó en lugares donde anteriormente se utilizaba como potreros o cultivos.

En cuanto al bosque secundario maduro representa el 4.32% de la superficie en la huella del proyecto. Este tipo de bosque presenta dos características: en la sección superior de Quebrada Seca presenta cierto grado de intervención, El sotobosque en este punto fue duramente intervenido por un incendio hace

aproximadamente 15 años, según información brindada por los lugareños. Por ello es que el número de árboles con DAP menor a 15 cm se ha visto reducido, ya que durante el incendio muchos de éstos desaparecieron. No obstante se ha mantenido como uno de los sectores con mayor diversidad arbórea. Mientras que en el área conocida como Casa de Piedra, al sur de cerro Quema, el bosque se encuentra en mejor estado de conservación En él dominan árboles de satra (*Garcinia intermedia*), y de cierrito (*Eugenia sp.*), que son especies que producen frutos apetecidos por diversos animales.

Se ha estimado, con base en el diseño conceptual del Proyecto, que este impacto propiciará la eliminación de una superficie de vegetación de aproximadamente de 203.8 hectáreas que serían aquellas donde se desarrollara las facilidades del Proyecto Minero. Del mismo modo que el impacto anterior, la pérdida de unidades de vegetación se da durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue en la etapa de construcción. Durante este proceso se pierden individuos de especies protegidas por el Estado, así como los servicios ecosistémicos que brindan estas formaciones vegetales, sea captación de agua, refugio, recursos, etc.

- **Impactos al componente socioeconómico**

Para el componente socioeconómico se identificaron 13 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes (ver Tabla 9.2-4) y se desarrollan a continuación.

9.2.1.5.29 Impactos al subcomponente población

Para este sumcomponente se identificó cuatro impactos potenciales.

9.2.1.5.30 Reversión de tendencia demográfica (POB-1)

Tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblaciónal se evalúa en periodod mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones, y para la actividad de contratación de personal.

Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se detalla en la sección 8, en el punto 8.2.1.1, la situación demográfica en la zona del Proyecto. La provincia de Los Santos tiene tan solo el 2.6% de la población de la República de Panamá según el Censo de 2010, la cual ocupa el penúltimo lugar, sólo seguida por la provincia de Darién (Censo de Población y Vivienda de 2010). Asimismo, la dinámica poblacional en los distritos de Macaracas y Tonosí, que es el área de desarrollo del Proyecto es particularmente inusual. La proyección de crecimiento estimada entre el año 2010 y 2020 muestra que estos dos distritos son los únicos en esta provincia que proyectan un decrecimiento en este periodo. Esta dinámica demográfica muestra una tendencia similar en las comunidades de referencia para este Proyecto. Si bien los datos censales establecen un número de habitantes y viviendas; durante el periodo en que se llevaron a cabo las visitas a las comunidades (encuestas a hogares, entrevistas, etc.), se pudo constatar que el número de viviendas habitadas y el de habitantes, es significativamente menor al que muestran las cifras del censo de 2010.

Sobre el particular, las hipótesis apuntan como causales de este fenómeno (entre otras), a que la población de estas comunidades está en decrecimiento. Este fenómeno obedece también a una variedad de causas, entre las que estarían: (1) la falta de fuentes de empleo e ingresos, (2) escasos y deficientes servicios públicos en materia diversa (salud, educación, vivienda), (3) falta de tierras para las actividades productivas y reproductivas (agropecuarias, comerciales, agroindustriales, crecimiento de las familias, etc.) que a su vez se ha dado en los últimos años por una tendencia de los pobladores de vender sus tierras propiciando el acaparamiento por terratenientes.

Por otro lado ni bien se menciona en el punto 8.2.1.1.3 Esperanza de vida, la esperanza de vida estimada y proyectada para la provincia de Los Santos se ha ido incrementado con los años: 2000 (75 años), 2010 (78 años), 2020 (80 años) y 2030 (81 años). Esto junto a los rasgos antes expuestos, da evidencias de que esta provincia está entrando en una fase de temprana a moderada transición demográfica (disminución de la población (Contraloría General de la República, 2012).

Tal y como se explica en el punto 9.3.4.1 de la sección 9 del EIA del Proyecto Minero Cerro Quema, se identificó el impacto potencial de reversión de la tendencia

demográfica (POB-1), tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población (explicado en la LBS sección 8 del EIA) que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblacional se evalúa en periodos mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones, y para la actividad de contratación de personal; ya que como consecuencia de ello se generaran oportunidades de empleo local para la población, quien tendrá otra opción en lugar de emigrar a otras zonas en busca de mejores condiciones de calidad de vida.

9.2.1.5.31 Afectación sobre las viviendas de las comunidades locales (POB-2)

Dentro de la huella del proyecto no existen viviendas o comunidades que se afecten por las actividades de construcción. Desde la plataforma de facilidades mineras a la comunidad más cercana hay una distancia de aproximadamente 5 km, hasta llegar la poblado de Quema. Por otro lado, los camiones y equipos pesados solo transitarán a través de los caminos internos del proyecto, por lo que no se prevé que haya afectación por vibraciones a las viviendas de las comunidades locales.

9.2.1.5.32 Modificación de los servicios de los poblados cercanos (POB-3)

Proyecto podría causar impactos potenciales en la salud, la educación, los servicios públicos, las carreteras y otras infraestructuras y servicios debido al incremento en la población. Desde una perspectiva positiva, el Proyecto también podría generar cambios en la capacidad administrativa de los gobiernos locales, y generará impuestos y regalías.

Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se explican a lo largo de la Sección 8 en el punto 8.2, diversos indicadores de la calidad de vida de la población local tales como: índices demográficos, sociales y económicos; índice de mortabilidad y morbilidad; índices de ocupación laboral; equipamiento, servicios , entre otros.

Por otro lado, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante

929
930

fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional.

Los posibles conflictos e impactos que se puedan generar son previsibles si desde la etapa de elaboración hasta el cierre del proyecto se considera la dimensión ambiental. Así, el proyecto asigna un presupuesto para su rehabilitación, y también para la prevención y mitigación de impactos; siendo fundamental la participación de las comunidades y de las autoridades nacionales, regionales y locales para garantizar el cumplimiento de los compromisos socio ambientales.

Considerando lo anteriormente expuesto, y la información recopilada en los estudios de línea base, se espera que el proyecto minero Cerro Quema no genere un impacto final negativo al conjunto de las comunidades localizadas en el área de influencia. Por el contrario, se espera que beneficie a los pobladores mediante la generación de empleo en las etapas de construcción, operación y cierre/post cierre, generando además nuevas capacidades y experiencia en el personal local. La estabilidad laboral será un impulso para los comercios locales, y, el pago por los servicios públicos así como por concepto de impuestos y permisos se debe ver reflejado en las comunidades cercanas, mejorando su calidad de vida.

9.2.1.5.33 Incremento de las actividades económicas (POB-4)

Se estima que el auge económico que se experimentará durante los años pico de construcción generará nuevos puestos de trabajo directos (mecánicos, técnicos, especialistas, operadores de equipamiento pesado y profesionales de disciplinas tales como gestión de proyectos, supervisión de obra, diseño, inspección, encuestas, finanzas, contaduría, adquisiciones, logística, seguridad, mantenimiento, planeamiento e informática, entre otros), además de fuentes de empleo indirectas.

El estímulo económico directo fomentado por el empleo y las compras del Proyecto también causará impactos económicos indirectos e inducidos en los bienes y servicios en aquellos lugares en donde las personas empleadas gasten su dinero. Los impactos locales y regionales estarán asociados con el monto de dinero que los pobladores locales reciban y gasten a nivel local; algunos de los beneficios económicos indirectos llegarán a otras regiones y municipalidades de Panamá

9.2.1.5.34 Perdida de tierras productivas (POB-5)

El Proyecto generará la pérdida de bosque. Si bien la mayor parte de esta área será rehabilitada cuando el Proyecto se cierre, el bosque necesitará varias generaciones para volver a crecer. Sin embargo, dichas pérdidas serán contrarrestadas con la reforestación de tierras fuera de la huella del Proyecto.

- **Impactos al subcomponente capacitación y empleo**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos, ambos de carácter positivo.

9.2.1.5.35 Generación de empleo directo e indirecto (EMP-1)

Impacto identificado para la etapa de construcción del Proyecto, para la actividad de contratación de personal. Se espera que la estabilidad laboral que genere, fomentará además cierta estabilidad comercial en el área de influencia directa del Proyecto, generándose a su vez empleos indirectos.

Se estima que el auge económico que se experimentará durante los años pico de construcción generará nuevos puestos de trabajo directos (mecánicos, técnicos, especialistas, operadores de equipamiento pesado y profesionales de disciplinas tales como gestión de proyectos, supervisión de obra, diseño, inspección, encuestas, finanzas, contaduría, adquisiciones, logística, seguridad, mantenimiento, planeamiento e informática, entre otros), además de fuentes de empleo indirectasIncremento de la capacitación y competitividad del personal (EMP-2)

La experiencia adquirida por el personal, a lo largo de esta etapa del Proyecto generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por al empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y formatecimiento de habilidades en el personal.

Ampliando un poco la justificación y el alcance del impacto, vale recordar que muchos grupos de interés locales sienten que no cuentan con las destrezas adecuadas para trabajar en el sector minero y que probablemente la mayoría de los puestos de trabajo serán ocupados por personas calificadas que vengan de otros lugares. Por ello, el objetivo de los programas de capacitación en operación de

maquinaria pesada y trabajos técnicos servirá de ayuda para que el personal local pueda obtener los trabajos que requieran de dichas capacidades técnicas.

La capacitación es necesaria para: mejorar las capacidades, incluyendo las capacidades profesionales, necesarias para lograr un mejor desempeño laboral y la promoción de todos los empleados; permitir la promoción de los trabajadores, abriendo así puestos adicionales para otras contrataciones locales y panameñas. Asimismo, los beneficios de la capacitación no acaban con el Proyecto sino que se transfieren a nuevos puestos de trabajo tanto a nivel local como en cualquier parte en el país, aunque la capacitación directa relacionada con MCQSA haya terminado.

- **Impactos al subcomponente administración pública**

Este subcomponente se identificó un impacto de carácter negativo.

9.2.1.5.36 Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1)

Para este subcomponente se identificó el impacto de Incremento de ingresos de instituciones públicas, de carácter positivo; el cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales.

Además de los impuestos a la renta y los tributos generales, MCQSA está obligado apagar al Estado regalías anuales equivalentes al 4% de los minerales extraídos.

- **Impactos al subcomponente transporte y comunicaciones**

Se identifican para este subcomponente dos impactos potenciales. Siendo uno de ellos de carácter positivo.

9.2.1.5.37 Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto (TRA-1)

Durante la etapa de procesos constructivos del Proyecto, para el óptimo desarrollo de las actividades de transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal, la carretera afirmada de la sección que va desde la comunidad de Río Quema hasta la huella del Proyecto requerirá trabajos de mantenimiento de afirmación y estabilización del terreno, así como rocío de agua por medio de camiones sisterna para evitar el levantaimento de polvo.

932
933

9.2.1.5.38 Incremento del tráfico vehicular (TRA-2)

La movilización de personal, maquinaria, equipos e insumos, producirá presión sobre las vías de acceso del Proyecto. Este impacto se acenturá a medida que desde las ciudades se ingresa a zonas rurales con poco tránsito vehicular.

- **Patrimonio cultural y paisaje**

Se identifican para este subcomponente dos impactos potenciales, ambos de carácter negativos.

9.2.1.5.39 Daño del patrimonio cultural (PAT-1)

Este impacto se identifica para las etapas de construcción y operaciones. Para construcción, durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierras y manejo de material orgánico e inerte. El daño podría ser ocacionado sobre objetos prehispánicos accidentalmente al realizarse alguna intervención sobre el suelo de las facilidades mineras.

9.2.1.5.40 Alteración del paisaje natural (PAT-2)

El impacto sobre el paisaje podrá ser percibido desde algunas comunidades del área de influencia directa o desde ciertos puntos de frecuente uso por los moradores. Se generará en las dos primeras etapas del Proyecto, alterando la cobertura inicial del terreno, instalando sobre él nuevas facilidades como edificaciones y las áreas de excavación de los tajos.

- **Salud y seguridad**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos potenciales.

9.2.1.5.41 Incremento de la incidencia de vectores biológicos (SAL-1)

Este impacto potencial se identifica para los procesos constructivos durante esta primera etapa de ejecución del proyecto, relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

9.2.1.5.42 Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Este impacto potencial es identificado durante el desarrollo de esta primera etapa del Proyecto, existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos, resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), en otros.

Adicionalmente, y con base a lo establecido en el EIA, se puede decir que durante la construcción y las operaciones, los posibles impactos para la salud, seguridad y seguridad física de la comunidad podrían originarse a partir de las emisiones atmosféricas, la generación de polvo, las frecuencias de ruido y el retiro y la descarga del agua. Las actividades del Proyecto que posiblemente causen estos tipos de impactos incluyen el movimiento de los vehículos, el uso de equipos, el control de la escorrentía del agua, el control de sedimentos, el almacenamiento de cenizas y relaves, la liberación de aguas tratadas y el manejo de residuos sólidos de todos los tipos.

9.2.1.6 Evaluación de impactos

De manera ordenada y secuencial se fue evaluando cada impacto potencial en función a los criterios de valoración identificados en la Tabla 9.2-3.

De los 40 impactos potenciales, se llegaron a determinar 32 impactos como negativos y 8 como positivos.

Únicamente se determinaron impactos de significancia baja, moderada y alta (20, 13 y siete impactos respectivamente), ningún impacto optuvo una valoración de significancia muy alta.

De los 20 impactos de significancia baja, 19 fueron negativos. El único impacto positivo de significancia baja que se registró para la etapa de construcción fue la mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto.

De los 13 impactos de significancia moderada, nueve fueron negativos y cuatro positivos.

De los siete impactos de significancia alta, cuatro fueron de carácter negativo, los tres impactos restantes fueron de carácter positivo.

Tabla 9.2.1-6: Valoración de impactos de la etapa de construcción

Etapa	Código	Impacto	Criterios de valoración											VI	Clasificación
			CA	GR	EX	SI	DU	EF	RI	AC	RC	RV	IM		
Construcción	AIR-1	Contaminación del aire por combustión	-1	1	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 34.0	Bajo
Construcción	AIR-4	Generación de malos olores	-1	1	1	4	1	4	1	4	1	1	4	- 25.0	Bajo
Construcción	AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado	-1	4	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 43.0	Moderado
Construcción	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros	-1	4	2	4	1	4	8	1	1	1	4	- 40.0	Moderado
Construcción	RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones	-1	2	2	4	1	4	8	1	1	1	4	- 34.0	Bajo
Construcción	GEO-1	Alteración de la topografía	-1	1	1	4	4	4	8	4	4	2	1	- 36.0	Moderado
Construcción	SUE-1	Eliminación de la capa fértil de suelo	-1	12	2	1	4	4	8	1	2	2	1	- 63.0	Alto
Construcción	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos	-1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	- 23.0	Bajo
Construcción	SUE-3	Contaminación del suelo por desechos	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	- 19.0	Bajo
Construcción	SUE-6	Incremento de la erosión	-1	12	2	1	4	4	8	4	1	2	1	- 65.0	Alto
Construcción	SUP-1	Alteración de la red de drenaje	-1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	4	- 25.0	Bajo
Construcción	SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Construcción	SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidro	-1	8	4	4	1	1	1	4	2	1	4	- 50.0	Moderado
Construcción	SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos s	-1	2	4	4	1	4	4	4	1	1	4	- 37.0	Moderado
Construcción	SUB-1	Alteración del régimen hidrogeológico	-1	1	4	4	1	1	4	1	2	2	4	- 30.0	Bajo
Construcción	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hid	1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	+ 43.0	Moderado
Construcción	SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos	-1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Construcción	FLO-1	Incremento de la actividad de colecta de flora	-1	1	4	2	1	1	2	4	2	4	1	- 29.0	Bajo
Construcción	FLO-3	Afectación de la diversidad florística	-1	1	4	2	1	1	2	4	2	4	1	- 29.0	Bajo
Construcción	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunística	-1	8	4	1	4	4	8	1	2	1	1	- 54.0	Moderado
Construcción	FAU-2	Incremento de actividad de caza y captura de fauna	-1	1	4	2	1	1	4	1	2	1	1	- 24.0	Bajo
Construcción	FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés	-1	2	4	2	1	1	2	1	2	4	4	- 31.0	Bajo
Construcción	FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas	-1	2	4	4	2	1	2	1	1	2	1	- 28.0	Bajo
Construcción	VID-1	Afectación o pérdida de la diversidad de especies acuáticas	-1	1	4	2	1	1	1	1	2	1	1	- 21.0	Bajo
Construcción	ECO-1	Incremento de la fragmentación y perdida de hábitat	-1	12	4	4	4	4	8	1	2	2	1	- 70.0	Alto
Construcción	ECO-2	Pérdida de la cobertura vegetal	-1	12	2	4	4	4	8	1	4	2	1	- 68.0	Alto
Construcción	POB-1	Reversión de tendencia demográfica	1	8	8	4	4	1	4	4	4	2	1	+ 64.0	Alto
Construcción	POB-2	Afectación sobre las viviendas de las comunidades locales	-1	2	2	2	2	1	4	1	2	2	4	- 28.0	Bajo
Construcción	POB-3	Modificación de los servicios de los poblados cercanos.	1	8	8	4	4	4	4	1	1	2	1	+ 61.0	Alto
Construcción	POB-4	Incremento de las actividades economicas	1	8	8	4	4	4	8	1	4	2	1	+ 68.0	Alto
Construcción	POB-5	Perdida de tierras productivas	-1	8	2	1	4	1	4	1	4	2	1	- 46.0	Moderado
Construcción	EMP-1	Generación de empleo directo e indirecto	1	2	8	2	2	4	8	1	1	1	1	+ 42.0	Moderado
Construcción	EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	1	2	8	1	4	4	8	4	4	4	1	+ 52.0	Moderado
Construcción	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas	1	4	8	1	1	4	8	1	1	1	4	+ 49.0	Moderado
Construcción	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto	1	1	4	1	1	4	8	1	1	1	1	+ 29.0	Bajo
Construcción	TRA-2	Incremento del tráfico vehicular	-1	2	4	4	2	4	8	1	1	1	1	- 36.0	Moderado
Construcción	PAT-1	Daño del patrimonio cultural	-1	1	1	1	1	1	1	1	8	4	1	- 23.0	Bajo
Construcción	PAT-2	Alteración del paisaje natural	-1	4	2	1	4	4	8	1	2	2	1	- 39.0	Moderado
Construcción	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos	-1	1	4	4	4	1	2	4	4	2	1	- 33.0	Bajo
Construcción	SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores	-1	4	2	1	1	1	2	1	1	2	4	- 29.0	Bajo

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

❑ Contaminación del aire por combustión

Impacto de carácter negativo y valorización baja durante la etapa de construcción. Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO2, NOx, CO, PM10, PM2.5 de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada, emisión de polvo). Este impacto se justifica en ser bajo debido a que MCQSA en su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA describe y presenta todas las medidas de control necesarias para evitar y mitigar dichos impactos. Para mayor detalle de dichas medidas véase 10.1.1.1.1.2 Control de emisiones y gases de combustión.

❑ Generación de malos olores

Impacto de carácter negativo y valorización baja durante la etapa de construcción. Relacionado principalmente con la emisión de gases de combustión, originado por actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, adicional por la acumulación de desechos sólidos organicos, entre otros.). Este impacto se justifica en ser bajo debido a que MCQSA en su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA describe y presenta todas las medidas de control necesarias para evitar y mitigar dichos impactos. Para mayor detalle de dichas medidas véase 10.1.1.1.1.3 Control de olores molestos

❑ Incremento de la concentración de material particulado

Impacto de carácter negativo y valorización moderada durante la etapa de construcción.Generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros. Este impacto se justifica en ser moderado debido a que el riesgo de ocurrencia es alto, debido a las actividades que podrían originarlo, sin embargo MCQSA en su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA describe y presenta todas las medidas de control necesarias para evitar y mitigar dichos impactos. Para mayor detalle de dichas medidas véase 10.1.1.1.1.1 Control de polvo (material particulado)

❑ Incremento de los niveles sonoros

Impacto de carácter negativo y valorización moderada durante la etapa de construcción.Para valorizar este impacto se evaluaron las fuentes emisoras fijas y

móviles de ruido durante la etapa de construcción del Proyecto. Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de construcción, movilización y tritutrado del mineral, voladuras, etc.

Este impacto se justifica en ser moderado debido a que el riesgo de ocurrencia es alto, debido a las actividades que podrían originarlo, sin embargo MCQSA en su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA describe y presenta todas las medidas de control necesarias para evitar y mitigar dichos impactos. Para mayor detalle de dichas medidas véase 10.1.1.1.2 Medidas para el control de generación de ruido.

❑ Incremento del nivel de vibraciones

Impacto de caracater negativo y valorinzación baja durante la etapa de construcción. En el se considera las actividades de movimiento de tierra, transporte de maquinarias, equipos, insumos; montaje de infraestructuras, instalación y funcionamiento de maquinaria como las trituradoras y voladuras.Este impacto se justifica en ser considerado bajo debido a que las vibraciones originadas por dicho tipo de actividades son bajas en su mayoría, a excepción del caso de voladuras, para lo cual MCQSA ha contemplado en su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del EsIA todas las medidas de control necesarias para evitar y mitigar dichos impactos. Para mayor detalle de dichas medidas véase 10.1.1.1.3 Medidas para el control de vibraciones.

❑ Alteración de la topografía

Impacto de carácter negativo y valorización moderada durante la etapa de construcción, se origina debido a la remoción de material del cerro La Pava con el propósito de proveer roca de relleno.

❑ Eliminación de la capa fértil de suelo

Impacto de carácter negativo y valorización alta durante la etapa de construcción. El grado de perturbación se valoró con el puntaje más alto al consistir en la eliminación total del elemento dentro de la huella del Proyecto (12 puntos). El criterio de extensión se valoró como parcial (apreciable en el área de influencia directa del Proyecto) debido a que actualmente ya existe una proporción elevada (25%) de la superficie de la huella del Proyecto sin capa fértil de suelo (2 puntos). No se

considero como un impacto sinérgico (1 punto). El criterio de duración se evaluó como permanente, al tener la capacidad de persistir inclusive luego de la vida útil del Proyecto, por lo que cobran mucha importancia las medidas de mitigación sobre este elemento (4 puntos). El efecto se valoro como directo (4 puntos). El riesgo de ocurrencia obtuvo el máximo valor, al ser un impacto que ocurrirá con una probabilidad del 100% (8 puntos). No se consideró como un impacto acumulativo (1 punto). Tanto para los criterios de recuperabilidad y reversibilidad se consideró como recuperable y reversible a mediano plazo (2 puntos). Finalmente, para el criterio de importancia se le asignó el valor más bajo, considerando que el recurso suelo para el área de estudio corresponde a suelos de baja calidad, pobremente aprocechables, altamente afectados por procesos degradativos y erosivos por efeto del hombre y las costumbres de tala y quema en el lugar. La significancia final del impacto fue de 63 puntos.

❑ Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos

Impacto de carácter negativo y valorización baja durante la etapa de construcción. Podria generarse debido a la posibilidad de vertidos accidentales de aceites, grasas e hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino. Se justifica que sea valorado como impacto bajo debido a que MCQSA ha contemplado en su Plan deManejo Ambiental, Capitulo 10 del EsiA, las medidas de control requeridas para evitar y mitigar los daños en caso ocurra el impacto. Para mayor detalle véase el punto 10.1.1.2 Programa de protección de suelo.

❑ Contaminación del suelo por desechos

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Este impacto podría ocurrir debido a un mal manejo de desechos o una pobre educación ambiental en el personal de la mina, el cual podría originar que los materiales sólidos o líquidos desechados inicien su proceso de descomposición (y liberación de químicos extraños para el entorno).

Se justifica que sea valorado como impacto bajo debido a que MCQSA ha contemplado en su Plan deManejo Ambiental, Capitulo 10 del EsiA, las medidas de

control requeridas para evitar y mitigar los daños en caso ocurra el impacto. Para mayor detalle véase el punto 10.1.1.2 Programa de protección de suelo y 10.1.1.4 Programa de control de residuos sólidos.

- ❑ Incremento de la erosión

Impacto de carácter negativo y de valorización alta durante la etapa de construcción. El grado de perturbación se calificó como máximo considerando que la capa de suelo será eliminada totalmente dentro de la huella del Proyecto (12 puntos). La extensión del impacto es apreciable en la huella del Proyecto (2 puntos). No se considera un impacto sinérgico. La duración obtuvo el puntaje máximo ya que sus efectos (de no ser controlados) pueden perdurar luego de la vida útil del Proyecto (4 puntos). El efecto se valoro como directo (4 puntos). Considerando que las actividades del Proyecto implican activamente el movimiento de tierras, se le asigna el riesgo de ocurrencia máximo (8 puntos). Se considera como un impacto acumulativo (4 puntos). Recuperable rápidamente por acción humana (1 punto) y más lentamente sin intervención (2 puntos). La importancia del subcomponente se valoró como baja al implicar suelos pobres altamente intervenidos y erosionados (1 punto). La significancia final del impacto fue de 65 puntos.

- ❑ Alteración de la red de drenaje

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Este impacto considera la afectación en los patrones de captación de agua en actividades de remoción de vegetación; y, las posibles alteraciones por obstrucción del flujo de escorrentía, en las actividades de movimiento de tierras, manejo de material orgánico e inerte, instalación de tuberías y manejo de material estéril, y demolición y retiro de escombros. Se construirán drenajes subterráneos en las quebradas Chontal y Marisela para conducir adecuadamente sus nacientes, ya que atravesarán el depósito de material estéril Chontal y las facilidades del proceso de lixiviación respectivamente. La cuenca hidrográfica donde se ubica el Proyecto, corresponde a la microcuenca del río Quema, que se une al río Güera, y éste a su vez al río Tonosí. La huella del Proyecto ocupa un 1.4 % de su microcuenca por lo que no se esperan alteraciones sobre su red de drenaje y por ello justifica que el impacto sea bajo.

946
947

❑ Contaminación de agua superficial por desechos

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción Este impacto se origina por el contacto de material sólido o líquido de desecho con los cursos de agua cercanos al Proyecto, originado de manera accidental durante las tareas de manejo y disposición de desechos en esta etapa del Proyecto. Se justifica que la valorización resulte baja debido a que MCQSA dentro de su Plan de Manejo Ambiental en el Capitulo 10 del EsIA, ha contemplado medidas de control y manejo para evitar este impacto.

❑ Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción. Este impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento hasta el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema. Se justifica que la valorización resulte baja debido a que MCQSA dentro de su Plan de Manejo Ambiental en el Capitulo 10 del EsIA , ha contemplado medidas de control y manejo para evitar este impacto

❑ Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción. Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinatia o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras. El impacto se considera moderado ya que actualmente existen siete estructuras de control de sedimentos en el área del Proyecto ubicadas en las quebradas Mala, Wicho, Africano, Aguacatal, Gallote, Seca y Chontal. Estas estructuras fueron construidas con gaviones (canastas metálicas rellenas de rocas). Además se construirán 4 trampas nuevas en diferentes áreas el proyecto para disminuir el transporte de sólidos suspendidos.

❑ Alteración del régimen hidrogeológico

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Este impacto se evalúa en función al aprovechamiento del recurso (suministro de agua potable de un pozo ubicado en quebrada Chontal y abastecimiento de agua para el proceso de lixiviación), compactación de suelos por equipo pesado que impida la normal alimentación a la capa freática, y alteración de manantiales naturales ubicados dentro de la huella del Proyecto. Asimismo en relación a la eventual afectación de la calidad, uso y disponibilidad actual de caudales, se considera que no habrá impacto debido a que el Proyecto es autocontenido. Según estudios realizados en el Proyecto se determinó que no se espera interceptar nivel de agua subterránea en la zona de los tajos La Pava y Quema, hasta el final de su etapa de minado. Por otro lado en la línea de base no se ha encontrado manantiales o flujos subterráneos por debajo del fondo proyectado de los tajos. Por lo tanto no se espera interceptar ningún manantial o cuerpo de agua subterránea durante la construcción de los tajos. Se continuará con el monitoreo del agua subterránea.

- Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción. Impacto identificado para la etapa de construcción, causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos. Es poco probable que equipos pesados vehículos y maquinarias entren en contacto con áreas donde se ubiquen manantiales. De llegar a darse un evento, se limitara al lugar dentro del área del proyecto sonde se produjo e inmediatamente se activaran los procedimientos establecidos en el Plan de Control de Derrames. Por otro lado todo vehículo estará provisto de un kit de contención de derrames.

- Contaminación de agua subterránea por desechos

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Impacto identificado durante esta etapa, considerando la lixiviación de sustancias o de los desechos, que haga contacto con la capa freática a través de la filtración desde el suelo o desde los manantiales naturales del lugar. Los campamentos donde se producirá la mayor cantidad de desechos estarán ubicados sobre la plataforma de facilidades mineras donde no se encuentran manantiales.

942
943

- Incremento de la actividad de colecta de flora

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Durante las labores de remoción de vegetación durante el proceso constructivo habrá un mayor acercamiento a espacios con presencia de especies de interés para la colecta, como por ejemplo orquídeas o individuos de alguna de las especies protegidas identificadas en la línea base. Ejerciéndose así presión sobre este componente.

- Afectación de la diversidad florística

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción.La diversidad florística presente en la huella del proyecto, necesariamente será afectada con una actividad que está entre las primeras a realizar denominada corte de vegetación y desarraigue, la cual es necesaria ejecutar durante la fase de construcción. Dentro de la huella del proyecto el área destinada a las Facilidades del proceso de lixiviado (P15, P16, P17) y Deposito de roca estéril (P13, P14, P17) serán las área más afectada, en cuanto a la perdida de la diversidad de la flora, según los resultados obtenidos con los índice de diversidad de Renyi; el tipo de vegetación presente en esta áreas es de bosque secundario joven y bosque secundario maduro. Tomando en cuenta el grado de perturbación que han tenido estos bosques actualmente presentan una buena diversidad de flora. Los mayores valores de diversidad, así como los más altos niveles de desarrollo del bosque se encuentran localizados en las áreas de bosque secundario maduro el cual ocupa un 4.3% de la superficie de la huella del proyecto. Es importante destacar que durante el levantamiento de línea base se tomó en cuenta áreas aledañas al proyecto, se pudo comprobar que el área donde se realizó la P2 tiene una diversidad más alta que otras parcelas que están ubicadas dentro de la huella del Proyecto; por lo cual consideramos que las áreas más ricas en especies de árboles se encuentran fuera de la huella del Proyecto. Se estima una riqueza potencial de especies de árboles para el área de estudio que oscila entre 80 y 113 especies.

Para este impacto se incluye el análisis de las posibles afectaciones a las especies protegidas o de interés especial de la flora. En el periodo de construcción, el corte y desarraigue serán las actividades responsables de causar un impacto sobre las

especies de interés especial. La flora que recibirá este impacto, es aquella que se encuentra protegidas bajo ley nacional o estén con alguna condición de peligro según UICN, Cites.

A partir de la información obtenida en la línea base biológica se registraron cuatro especies de interés especial, las cual se encuentran categorizada como "vulnerables" por la legislación nacional (es decir, es una especie que no está críticamente en peligro, pero tiene un alto riesgo de extinción en estado silvestre en un futuro mediato).

De estas, solo tres especies (Astronium graveolens, Cedrela odorata, Eppiphyllum phyllanthus), se encuentran dentro de la huella del proyecto. Dado que en las áreas fuera de la huella del proyecto (Parcela #2 y Parcela #4) el bosque secundario tiene un mejor estado de conservación, se obtuvieron mayores registro (N= 15 individuos) de la especie Astronium graveolens, mientras que dentro de las facilidades del proyecto se obtuvo un registro de tres individuos, por lo cual la afectación para esta especie seria baja. En lo que respecta a la especie Cedrela odorata se obtuvieron cinco registros, de los cuales uno fue fuera de la huella del proyecto (Parcela #4), dos dentro de la huella del proyecto y otros dos dentro de las facilidades del proyecto. Para la misma se tiene establecido medidas dentro del Plan rescate y reubicación de flora. En el período de construcción, las actividades correspondientes a corte de vegetación y desarraigue; movimiento de tierra, excavación, voladuras, relleno, montaje de infraestructuras, entre otras; serán las responsables de la eliminación de parte del hábitat existente. La pérdida de la cobertura vegetal, principalmente bosques secundario (en diferentes etapas de desarrollo o grado de perturbación), herbazales, así como las de plantaciones de acacias y coníferas, junto con el deterioro de otros elementos bióticos y abióticos, ocasionaran que la fauna que se encuentra en la huella del proyecto se vea desprovista de sitios adecuados para procurar su supervivencia. Además de la reducción de la superficie vegetal, la pérdida de hábitat puede llegar a incrementar la fragmentación y el aislamiento, formándose barreras que limiten procesos naturales como la distribución natural de especies, reproducción, dispersión de semillas, entre otros.

- ❑ Perdida de riqueza o diversidad faunística

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción.

Las actividades como corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierra, voladuras, excavaciones; generarán perdida de la riqueza faunística en la huella del proyecto. Estas actividades ocasionarán un aumento en los niveles sonoros. Dichas perturbaciones se reflejarán principalmente en el alejamiento de los animales del área de construcción. Las mismas, interferirán en actividades diarias de las distintas especies; ya sea alimentación, descanso, búsqueda de pareja, apareamiento, relación depredador-presa, nidificación, etc. Esto interrumpirá el desarrollo normal del comportamiento de las especies, ahuyentándolas quizás hacia sitios alejados en busca de un nuevo hábitat. Probablemente, algunos ejemplares ahuyentados, podrían encontrar refugio en áreas boscosas cercanas al área del proyecto. Recordemos que fuera de la huella del proyecto encontramos bosque secundario maduro con buena diversidad de flora, lo cual puede proveer de refugio y alimento.

Debido a la perturbación ya existente en los hábitats de ambos sectores, principalmente en el Este, la riqueza de especies de fauna registrada fue relativamente buena. No obstante, este sitio alberga un total de 141 especies de fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) cuyas poblaciones se verán afectadas por el proyecto.

El impacto es moderado debido a que MCQSA ha considerado dentro de su Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del Esia, un Plan de Rescate y Reubicacion de Fauna y Flora , para mayor detalle véase el punto 10.7 de dicho capitulo.

- ❑ Incremento de actividad de caza y captura de fauna

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Fundamentalmente en esta etapa de construcción habrá mayor probabilidad de que se generen encuentros con fauna silvestre de interés de crianza, venta o como alimento para los trabajadores, como por ejemplo en nidos, madrigueras u otros encuentros ocasionales.Una débil educación ambiental podría también propiciar la cacería de fauna como por ejemplo caza de monos, ñeques, armadillos, etc. Este impacto es bajo debido a que MCQSA ha contemplado medidas de control para evitar suceda este impacto, como capacitación y

sensibilización, señalización, brigadas de supervisión ambiental y activades de reubicación y rescate de fauna, entre otras. Para mayor detalle véase las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambienta, Capitulo 10 del Esia, en especial los puntos 10.7 y 10. 8.

- ❑ Muerte o lesión de especies de fauna de interés

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Es un impacto de carácter accidental, ya que en el mismo se generará cierto tráfico vehicular. Dicho tráfico ocurrirá, principalmente por el paso de camiones, maquinaria de equipo pesado y vehículos para el transporte de materiales, equipo y personal. Esto intensificará las probabilidades de atropello sobre los animales provocando la muerte o lesión de la fauna de interés especial (ya sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo), afectando las densidades de población o el número de individuos por especies. Cabes señalar que este impacto cobra mayor importancia durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, en áreas de mayor densidad de flora como lo son el depósito de roca estéril Chontal y las facilidades del proceso de lixiviación A partir de lo anteriormente mencionado las especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles) serían aquella que podrían ser afectadas, aquellas especies que no hayan podido salir de su madriguera(roedores , mamíferos medianos); y aquellos que permanezcan en nidos (pichones). encuentros ocasionales.Una débil educación ambiental podría también propiciar la cacería de fauna como por ejemplo caza de monos, ñeques, armadillos, etc. Este impacto es bajo debido a que MCQSA ha contemplado medidas de control para evitar suceda este impacto, como capacitación y sensibilización, señalización, brigadas de supervisión ambiental y activades de reubicación y rescate de fauna, entre otras. Para mayor detalle véase las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, Capitulo 10 del Esia, en especial los puntos 10.7 y 10. 8.

- ❑ Introducción de especies exóticas e invasivas

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción El impacto se refiere principalmente a la llegada al lugar de especies como ratas o perros que compitan por el espacio con especies nativas y que se manifiesten de manera agresiva hacia ellas. Esto puede ocurrir principalmente

durante la etapa de construcción del Proyecto, siendo estas especies transportadas con el personal o equipo que ingresa a la huella del Proyecto o atraídas por los desechos orgánicos de los trabajadores. Este impacto es bajo debido a que MCQSA ha contemplado medidas de control para evitar suceda este impacto, como capacitación y sensibilización, señalización, brigadas de supervisión ambiental entre otras. Para mayor detalle véase las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambienta, Capitulo 10 del Esia, en especial los puntos 10.7 y 10. 8.

- ❑ Afectación o pérdida de la diversidad de especies acuáticas.

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. La riqueza o diversidad en los ecosistemas acuáticos del área de estudio se analizó a través del perifiton, insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y peces. No se registraron especies de interés en ninguna de las estaciones de muestreo. Únicamente se observaron taxones y especies comunes. Se espera que el proyecto minero no afecte la riqueza de especies de ecosistemas acuáticos. La remoción de suelo de los tajos se realizará en las partes altas y de manera escalonada. Asimismo, la construcción de las facilidades se realizará de manera controlada, de manera que no se vean afectados los causes del río Quema y quebrada de Quema.

- ❑ Incremento de la fragmentación y perdida de hábitat

Impacto de carácter negativo y de valorizacion alto durante la etapa de construcción. El grado de perturbación es total ya que se efectuará la eliminación total de la cobertura vegetal en la huella del Proyecto (12 puntos), por lo que se considera un impacto extenso al interrumpir la conectividad de las formaciones vegetales naturales (4 puntos). Se considera como un impacto sinérgico al repercutir sobre impactos como la distribución de fauna, pérdida de cobertura vegetal, etc. (4 puntos). La capacidad de perdurar del impacto implica periodos mayores al tiempo de vida del proyecto, duración (4 puntos). El efecto se valoro como directo (4 puntos). Es un impacto que ocurrirá inevitablemente, riesgo de ocurrencia (8 puntos). No se considera como un impacto acumulativo (1 punto). La recuperabilidad puede darse a mediano plazo (2 punto), del mismo modo que la reversibilidad (2 puntos). El impacto incide sobre un sumcomponente ecosistémico

altamente intervenido y actualmente en etapas tempranas de regeneración (1 punto). La significancia final del impacto fue de 70 puntos.

❑ Pérdida de unidades de vegetación

Impacto de carácter negativo y valorización alta durante la etapa de construcción. El área del Proyecto se caracteriza por ser un lugar altamente intervenido y que mantiene cierto grado de regeneración natural en diferentes sectores de bosque secundario. La construcción de las facilidades mineras, en las labores de corte de vegetación y desarraigue generan el aislamiento y distanciamiento de estos espacios, formándose barreras que limiten procesos naturales como la distribución natural de especies, reproducción, dispersión de semillas, entre otros.

El grado de perturbación es total dentro de la huella del Proyecto (12 puntos). La extensión se circunscribe a la superficie de la huella (2 puntos). Es un impacto sinérgico al incidir sobre otros cambios como la distribución de fauna, fragmentación del hábitat, red de drenaje, incremento de la erosión, etc. (4 puntos). Tiene la capacidad de perdurar hasta luego de concluido el Proyecto (4 puntos). El efecto se valoro como directo (4 puntos). Es un impacto inminente, riesgo de ocurrencia (8 puntos). No se considera como un impacto acumulativo (1 punto). Es recuperable parcialmente, considerando que las actividades de revegetación no se realizan con representatividad de la totalidad de especies (4 puntos). Reversible a mediano plazo (2 puntos). Se efectúa sobre un subcomponente ecosistémico altamente intervenido (1 punto). La significancia final del impacto fue de 68 puntos.

❑ Reversión de tendencia demográfica

Impacto de carácter positivo y de valorización alta durante la etapa de construcción.

Tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblaciónal se evalúa en periodos mayores al año.Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se detalla en la sección 8, en el punto 8.2.1.1, la situación demográfica en la zona del Proyecto. La provincia de Los Santos tiene tan solo el 2.6% de la población de la República de Panamá según el Censo de 2010, la cual ocupa el penúltimo lugar, sólo seguida por

la provincia de Darién (Censo de Población y Vivienda de 2010). Asimismo, la dinámica poblacional en los distritos de Macaracas y Tonosí, que es el área de desarrollo del Proyecto es particularmente inusual. La proyección de crecimiento estimada entre el año 2010 y 2020 muestra que estos dos distritos son los únicos en esta provincia que proyectan un decrecimiento en este periodo. Esta dinámica demográfica muestra una tendencia similar en las comunidades de referencia para este Proyecto. Si bien los datos censales establecen un número de habitantes y viviendas; durante el periodo en que se llevaron a cabo las visitas a las comunidades (encuestas a hogares, entrevistas, etc.), se pudo constatar que el número de viviendas habitadas y el de habitantes, es significativamente menor al que muestran las cifras del censo de 2010. Se identificó el impacto potencial de reversión de la tendencia demográfica (POB-1), tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población (explicado en la LBS sección 8 del EIA) que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblacional se evalúa en periodos mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones, y para la actividad de contratación de personal; ya que como consecuencia de ello se generaran oportunidades de empleo local para la población, quien tendrá otra opción en lugar de emigrar a otras zonas en busca de mejores condiciones de calidad de vida.

❑ Afectación sobre las viviendas de las comunidades locales

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción ya que las actividades de construcción solo se desarrollaran dentro de la huella del Proyecto. Dentro de la misma no existen viviendas o comunidades que puedan ser afectadas. Por otro lado, todos los vehículos, maquinarias y equipos pesados solo transitaran por los caminos internos del proyecto, razón por la cual no se prevé afectación a las viviendas por causa de vibraciones.

❑ Modificación de los servicios de los poblados cercanos.

Impacto de carácter positivo y de valorización alta durante la etapa de construcción El Proyecto podría causar impactos potenciales en la salud, la educación, los servicios públicos, las carreteras y otras infraestructuras y servicios debido al incremento en la población. Desde una perspectiva positiva, el Proyecto también

podría generar cambios en la capacidad administrativa de los gobiernos locales, y generará impuestos y regalías. Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se explican a lo largo de la Sección 8 en el punto 8.2, diversos indicadores de la calidad de vida de la población local tales como: índices demográficos, sociales y económicos; índice de mortabilidad y morbilidad; índices de ocupación laboral; equipamiento, servicios , entre otros. Por otro lado, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional. Considerando lo anteriormente expuesto, y la información recopilada en los estudios de línea base, se espera que el proyecto minero Cerro Quema no genere un impacto final negativo al conjunto de las comunidades localizadas en el área de influencia. Por el contrario, se espera que beneficie a los pobladores mediante la generación de empleo en las etapas de construcción, operación y cierre/post cierre, generando además nuevas capacidades y experiencia en el personal local. La estabilidad laboral será un impulso para los comercios locales, y, el pago por los servicios públicos así como por concepto de impuestos y permisos se debe ver reflejado en las comunidades cercanas, mejorando su calidad de vida.

- ❑ Incremento de las actividades económicas

Impacto de carácter positivo y de valorización alta durante la etapa de construcción. Se estima que el auge económico que se experimentará durante los años pico de construcción generará nuevos puestos de trabajo directos (mecánicos, técnicos, especialistas, operadores de equipamiento pesado y profesionales de disciplinas tales como gestión de proyectos, supervisión de obra, diseño, inspección, encuestas, finanzas, contaduría, adquisiciones, logística, seguridad, mantenimiento, planeamiento e informática, entre otros), además de fuentes de empleo indirectas. El estímulo económico directo fomentado por el empleo y las compras del Proyecto también causará impactos económicos indirectos e inducidos en los bienes y servicios en aquellos lugares en donde las personas empleadas gasten su dinero. Los impactos locales y regionales estarán asociados con el monto de dinero que los

pobladores locales reciban y gasten a nivel local; algunos de los beneficios económicos indirectos llegarán a otras regiones y municipalidades de Panamá

- ❑ Perdida de tierras productivas

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción.

El Proyecto generará la pérdida de bosque. Si bien la mayor parte de esta área será rehabilitada cuando el Proyecto se cierre, el bosque necesitará varias generaciones para volver a crecer. Sin embargo, ellas serán contrarrestadas con la reforestación de tierras fuera de la huella del Proyecto.

- ❑ Incremento de la capacitación y competitividad del personal

Impacto de carácter positivo y de valorización moderada durante la etapa de construcción

La experiencia adquirida por el personal, a lo largo de esta etapa del Proyecto generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por al empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y formatecimiento de habilidades en el personal.

Ampliando un poco la justificación y el alcance del impacto, vale recordar que muchos grupos de interés locales sienten que no cuentan con las destrezas adecuadas para trabajar en el sector minero y que probablemente la mayoría de los puestos de trabajo serán ocupados por personas calificadas que vengan de otros lugares. Por ello, el objetivo de los programas de capacitación en operación de maquinaria pesada y trabajos técnicos servirá de ayuda para que el personal local pueda obtener los trabajos que requieran de dichas capacidades técnicas.

La capacitación es necesaria para: mejorar las capacidades, incluyendo las capacidades profesionales, necesarias para lograr un mejor desempeño laboral y la promoción de todos los empleados; permitir la promoción de los trabajadores, abriendo así puestos adicionales para otras contrataciones locales y panameñas. Asimismo, los beneficios de la capacitación no acaban con el Proyecto sino que se

transfieren a nuevos puestos de trabajo tanto a nivel local como en cualquier parte en el país, aunque la capacitación directa relacionada con MCQSA haya terminado.

❑ Incremento de ingresos de instituciones públicas

Impacto de carácter positivo y de valorización moderada durante la etapa de construcción

El cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales. Además de los impuestos a la renta y los tributos generales,
MCQSA está obligado apagar al Estado regalías anuales equivalentes al 4% de los minerales extraídos

❑ Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto

Impacto de carácter positivo y de valorización baja durante la etapa de construcción

Durante la etapa de procesos constructivos del Proyecto, para el óptimo desarrollo de las actividades de transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal, la carretera afirmada de la sección que va desde la comunidad de Río Quema hasta la huella del Proyecto requerirá trabajos de mantenimiento de afirmación y estabilización del terreno, así como rocío de agua por medio de camiones sisterna para evitar el levantaimento de polvo.

❑ Incremento del tráfico vehicular

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción. La movilización de personal, maquinaria, equipos e insumos, producirá presión sobre las vías de acceso del Proyecto. Este impacto se acenturá a medida que desde las ciudades se ingresa a zonas rurales con poco tránsito vehicular.

❑ Daño del patrimonio cultural

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Este impacto se identifica para las etapas de construcción y operaciones. Para construcción, durante las actividades de corte de vegetación y desarraigue, movimiento de tierras y manejo de material orgánico e inerte. El daño podría ser ocacionado sobre objetos prehispánicos accidentalmente al realizarse alguna intervención sobre el suelo de las facilidades mineras.

Sin embargo es importante recordar que como parte de la línea base, se realizo un reconocimiento arqueológico y prospección de la zona del proyecto, la cual esta detallada en el punto 8.4.8 de la sección 8 del EIA y en la que se concluye que el área del Proyecto representa una zona rural de la provincia de los Santos, dedicada a actividades agropecuarias donde los asentamientos humanos actuales son pequeños caseríos familiares separados a gran distancia uno de otros, los cuales fueron abandonados por venta de sus propiedades a MCQSA. Adicionalmente y con base a la revisión bibliográfica, la evaluación arqueológica y a las consultas con algunas personas de la población vecina para elaborar la línea base, se evidencia que no existen monumentos o sitios antropológicos e históricos dentro del AID y Área de Concesión Minera del Proyecto.

- Alteración del paisaje natural

Impacto de carácter negativo y de valorización moderada durante la etapa de construcción. El impacto sobre el paisaje podrá ser percibido desde algunas comunidades del área de influencia directa o desde ciertos puntos de frecuente uso por los moradores.

- Incremento de la incidencia de vectores biológicos

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción. Este impacto potencial se identifica para los procesos constructivos durante esta primera etapa de ejecución del proyecto, relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Se justifica en que sea bajo debido a que MCQSA cuenta con todas las medidas de control y mitigación para este impacto.

- Afectación de la salud de los trabajadores

Impacto de carácter negativo y de valorización baja durante la etapa de construcción.

Este impacto potencial es identificado durante el desarrollo de esta primera etapa del Proyecto, existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos,

resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), en otros.

Las actividades del Proyecto que posiblemente causen estos tipos de impactos incluyen el movimiento de los vehículos, el uso de equipos, el control de la escorrentía del agua, el control de sedimentos, el almacenamiento de cenizas y relaves, la liberación de aguas tratadas y el manejo de residuos sólidos de todos los tipos.

9.2.2 Etapa de operación

De acuerdo con la metodología presentada en la Sección 9.3, se obtuvieron los siguientes resultados.

9.2.2.1 Identificación de las actividades principales.

La metodología de identificación de impactos, se subdividió a cada etapa del Proyecto en actividades principales. Para esta tarea se partió de la información presentada en la Sección 5.0 (Descripción del proyecto). Las actividades se presentan en la Tabla 9.2.2-1. Se generó así un listado de 11 actividades durante esta etapa de operación.

Tabla 9.2.2-1 Actividades principales identificadas Durante la etapa de operación

Número	Actividad
Etapa de operación	
1	Extracción de mineral (uso de explosivos, maquinaria, perforadoras, etc.)
2	Manejo de material estéril
3	Transporte de mineral (haul road, faja transportadora)
4	Trituración
5	Lixiviación en pilas
6	Refinación de oro
7	Actividades auxiliares (agua de procesos, campamento, oficinas)
8	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal
9	Contratación de personal
10	Disposición de desechos
11	Demanda de servicios públicos

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.2.2 Identificaicón de los sistemas, subsistemas y factores ambientales

Continuando con la metodología, se identificaron 16 subcomponentes ambientales o ecosistémicos. El componente físico se subdividió en seis subcomponentes. El componente biológico en cuatro subcomponentes. Finalmente, el componente socioeconómico se subdividió en seis subcomponentes (Tabla 9.2.2-2).

Tabla 9.2.2-2: Subcomponentes ambientales

Número	Subcomponente ambiental
Componente físico	
1	Aire
2	Ruido y/o vibraciones
3	Geomorfología y geodinámica
4	Suelo
5	Agua superficial

Número	Subcomponente ambiental
6	Agua subterránea
Componente biológico	
7	Flora
8	Fauna
9	Vida acuática
10	Ecosistemas
Componente socioeconómico	
11	Poblacón
12	Capacitación y empleo
13	Administración pública
14	Transporte y comunicaciones
15	Patrimonio cultural y paisaje
16	Salud y seguridad

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.2.3 Identificación de los impactos ambientales.

El siguiente paso de la metodología, consiste en la elaboración de la matriz de interacción (Tabla 9.2.2-3). En esta matriz se pueden apreciar 72 interacciones identificadas. Para los componentes físicos, biológico y socioeconómico se identificaron 45, 8 y 19 interacciones respectivamente.

Tabla 9.2.2-3: Matriz de interacción

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinamica	Suelo	Agua superficial	Agua subterranea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitacion y empleo	Administracion pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
OPERACIÓN																	
1	Extracción de mineral	•	•	•	•	•	•		•							•	•
2	Manejo de material estéril	•	•		•	•	•		•							•	•
3	Transporte de mineral	•	•		•	•	•		•			•					•
4	Trituración	•	•		•	•	•		•								•
5	Lixiviación en pilas	•	•		•	•	•		•								•
6	Refinación de oro	•	•		•	•	•										•
7	Actividades auxiliares	•	•		•	•	•		•								•
8	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	•	•		•	•	•		•			•			•		•
9	Contratación de personal											•	•				•
10	Disposición de desechos	•			•	•	•		•								•
11	Demanda de servicios públicos											•		•			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.2.4 Identificación y valoración de impatos

En este paso se identificaron y codificaron los impactos percibidos en cada interacción de la matriz previa (Tabla 9.2.2-3). Se generó así la matriz de impactos, que se presenta en las tablas Tabla 9.2.2-4, en donde se aprecia un total de 35 impactos identificados.

Tabla 9.2.2-4: Impactos ambientales

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Código	Impacto
Físico	Aire	AIR-1	Contaminación del aire por combustión
		AIR-2	Generación de calor
		AIR-3	Generación de gases, vapores o aerosoles.
		AIR-4	Generación de malos olores
		AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado
	Ruido y vibraciones	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros
		RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones
	Geomorfología y geodinámica	GEO-1	Alteración de la topografía
	Suelo	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUE-3	Contaminación del suelo por desechos
		SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos
	Agua superficial	SUP-1	Alteración de la red de drenaje
		SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos
		SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos
		SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos
	Agua subterránea	SUB-1	Alteración del régimen hidrogeológico
		SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos
		SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos
Biológico	Fauna	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunistica
		FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés
		FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas
Socioeconómico	Población	POB-1	Reversión de tendencia demográfica
		POB-3	Modificación de los servicios de los poblados cercanos.
		POB-4	Incremento de las actividades economicas
	Capacitación y empleo	EMP-1	Generación de empleo directo e indirecto
		EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal
	Administración pública	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas
	Transporte y comunicaciones	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto
		TRA-2	Incremento del tráfico vehicular

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Código	Impacto
	Patrimonio cultural y paisaje	PAT-1	Daño del patrimonio cultural
		PAT-2	Alteración del paisaje natural
	Salud y seguridad	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos
		SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

Tabla 9.2.2-5: Matriz de impactos de la etapa de Operación

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterranea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
OPERACIÓN																	
1	Extracción de mineral	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2	GEO-1	SUE-2	SUP-2 SUP-3 SUP-5	SUB-1 SUB-2		FAU-3							PAT-1 PAT-2	SAL-2
2	Manejo de material estéril	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-1 SUP-2 SUP-3 SUP-5	SUB-1 SUB-2		FAU-3							PAT-1 PAT-2	SAL-2
3	Transporte de mineral	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-2 SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3			POB-1 POB-3 POB-4					SAL-2
4	Trituración	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-2 SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3								SAL-2
5	Lixiviación en pilas	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2 SUE-4	SUP-2 SUP-3 SUP-4	SUB-2 SUB-3		FAU-3								SAL-2
6	Refinación de oro	AIR-1 AIR-2 AIR-3 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-4	SUP-4	SUB-3										SAL-2
7	Actividades auxiliares	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2	SUP-2 SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
8	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-2 SUP-3	SUB-2		FAU-3 FAU-4			POB-1 POB-3 POB-4			TRA-1 TRA-2		SAL-2
9	Contratación de personal											POB-1 POB-3 POB-4	EMP-1 EMP-2				
10	Disposición de desechos	AIR-4			SUE-3	SUP-2	SUB-4		FAU-1 FAU-4								SAL-1 SAL-2
11	Demanda de servicios públicos											POB-1		SER-1			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.2.5 Descripción de los impactos identificados

- **Impactos al componente físico**

Para el componente físico se hallaron 20 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes ambientales (ver Tabla 9.2.2-4) y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente aire**

Se identificaron cinco impactos potenciales que inciden sobre el subcomponente aire. Los cinco de manera negativa.

9.2.2.5.1 Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada).

9.2.2.5.2 Generación de calor (AIR-2)

Impacto potencial identificado para la etapa de operaciones, considerando las actividades de refinación del oro, como parte del proceso cerrado de fundición.

9.2.2.5.3 Generación de gases tóxicos (AIR-3)

Identificado como impacto potencial en las actividades de refinación de oro (en la etapa de operaciones)

9.2.2.5.4 Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto sobre la percepción de los olores relacionado principalmente con la emisión de gases con algún grado de toxicidad o de combustión. Pueden deberse a actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, generación de residuos sólidos y líquidos, entre otros.

9.2.2.5.5 Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros.

- **Impactos al subcomponente ruido y vibraciones**

Se identificaron dos impactos potenciales de carácter negativo para este subcomponente.

9.2.2.5.6 Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Este impacto se evalúa las fuentes emisoras fijas y móviles de ruido durante las tres etapas del Proyecto. Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de movilización y tritutrado del mineral, voladuras, etc.

9.2.2.5.7 Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Este impacto considera las tareas de movilización vehicular (especialmente vehículos pesados), voladuras o el funcionamiento de maquinaria como las trituradoras.

- **Impactos al subcomponente geomorfología y geodinámica**

Bajo este subcomponebte identificamos un solo impacto potencial, de carácter negativo.

- *Alteración de la topografía (GEO-1)*

Durante la etapa de operaciónes se identifica donde se realizará con intensidad la remoción de mineral de los tajos La Pava y Quemita.

- **Impactos al subcomponente suelo**

Para el subcomponente suelo se identificaron tres impactos potenciales. Todos de carácter negativo.

9.2.2.5.8 Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Se genera principalmente por vertidos accidentales de aceites grasas e hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino.

9.2.2.5.9 Contaminación del suelo por desechos (SUE-3)

Un mal manejo de desechos o una pobre educación ambiental en el personal de la mina puede originar que los materiales sólidos o líquidos desechados inicien su proceso de descomposición (y liberación de químicos extraños para el entorno).

9.2.2.5.10 Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

Este impacto potencial se identifica para la etapa de operaciones, durante las actividades de lixiviación en pilas y refinación de oro.

- **Impactos al subcomponente agua superficial**

Sobre este subcomponente se determinaron cinco impactos potenciales; todos de carácter negativo.

9.2.2.5.11 Alteración de la red de drenaje (SUP-1)

Considera la afectación en los patrones de captación de agua en actividades de remoción de vegetación; y, las posibles alteraciones por obstrucción del flujo de escorrentía, en las actividades de movimiento de tierras, manejo de material orgánico e inerte, instalación de tuberías, manejo de material estéril, y demolición y retiro de escombros.

9.2.2.5.12 Contaminación de agua superficial por desechos (SUP-2)

Este impacto se origina por el contacto de material sólido o líquido de desecho con los cursos de agua cercanos al Proyecto, originado de manera accidental durante las tareas de manejo y disposición de desechos del Proyecto.

9.2.2.5.13 Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento hasya el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema.

9.2.2.5.14 Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

Este impacto potencial se identifica para la etapa de operaciones, durante las actividades de lixiviación en pilas y refinación de oro; y para la etapa de cierre/post cierre contemplando posibles liberaciones de contaminantes durante las labores de estabilización química de materiales. Generado de manera accidental en áreas cercanas a cuerpos de agua.

9.2.2.5.15 Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinatia o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras.

- **Impactos al subcomponente agua superficial**

Para este subcomponente se identificaron cuatro impactos; todos ellos de carácter negativo.

9.2.2.5.16 Alteración del régimen hidrogeológico (SUB-1)

Este impacto se evalúa en función al aprovechamiento del recurso (suministro de agua potable de un pozo ubicado en quebrada Chontal y abastecimiento de agua para el proceso de lixiviación), compactación de suelos por equipo pesado que impida la normal alimentación a la capa freática, y alteración de manantiales naturales ubicados dentro de la huella del Proyecto.

9.2.2.5.17 Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)

Impacto causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos,

9.2.2.5.18 Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)

Este impacto responde a las liberaciones accidentales de materiales peligrosos que puedan filtrarse desde el suelo o llegar al nivel freático desde manantiales naturales. Se determina para las actividades de lixiviación en pilas y refinación de oro (ambas en la etapa de operaciones)

9.2.2.5.19 Contaminación de agua subterránea por desechos (SUB-4)

Impacto considerando la liberación de sustancias o materiales de desecho y que haga contacto con la capa freática a través de la filtración desde el suelo o desde los manantiales naturales del lugar.

- **Impactos al componente biológico**

Para el componente biológico se hallaron 3 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de cuatro subcomponentes ambientales (ver Tabla 9.2.2-4) y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente fauna**

Para este subcomponente se identificaron tres impactos, todos de carácter negativo.

9.2.2.5.20 Perdida de riqueza o diversidad faunistica (FAU-1)

Durante esta fase, el impacto sería generado directamente por la actividad alrededor de la obra y el mantenimiento. Entre las más importantes se deben mencionar el ruido y la iluminación en las horas de la noche. Dichas perturbaciones se reflejarán principalmente en el alejamiento de los animales del área de plataforma de facilidades mineras.

9.2.2.5.21 Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Impacto de carácter accidental debido a la presencia o ingreso de fauna en alguna categoría de protección por el Estado, sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo.

9.2.2.5.22 Introducción de especies exóticas e invasivas (FAU-4)

El impacto se refiere principalmente a la llegada al lugar de especies como ratas o perros que compitan por el espacio con especies nativas y que se manifiesten de

manera agresiva hacia ellas. Esto puede ocurrir siendo estas especies transportadas con el mersonal o equipo que ingresa a la huella del Proyecto o atraídas por los desechos orgánicos de los trabajadores.

- **Impactos al componente socioeconómico**

Para el componente socioeconómico se identificaron 12 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes (ver Tabla 9.2.2-4) y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente población**

Para este sumcomponente se identificaron tres impactos potenciales positivos

9.2.2.5.23 Reversión de tendencia demográfica (POB-1)

El impacto potencial de reversión de la tendencia demográfica (POB-1), tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblaciónal se evalúa en periodod mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones.

9.2.2.5.24 Modificación de los servicios de los poblados cercanos.

El Proyecto podría causar impactos potenciales en la salud, la educación, los servicios públicos, las carreteras y otras infraestructuras y servicios debido al incremento en la población. Desde una perspectiva positiva, el Proyecto también podría generar cambios en la capacidad administrativa de los gobiernos locales, y generará impuestos y regalías. Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se explican a lo largo de la Sección 8 en el punto 8.2, diversos indicadores de la calidad de vida de la población local tales como: índices demográficos, sociales y económicos; índice de mortabilidad y morbilidad; índices de ocupación laboral; equipamiento, servicios , entre otros. Por otro lado, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante

fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional.

9.2.2.5.25 Incremento de las actividades economicas

Impacto de carácter positivo. Se estima que el auge económico que se experimentará generará nuevos puestos de trabajo directos además de fuentes de empleo indirectas. El estímulo económico directo fomentado por el empleo y las compras del Proyecto también causará impactos económicos indirectos e inducidos en los bienes y servicios en aquellos lugares en donde las personas empleadas gasten su dinero. Los impactos locales y regionales estarán asociados con el monto de dinero que los pobladores locales reciban y gasten a nivel local; algunos de los beneficios económicos indirectos llegarán a otras regiones y municipalidades de Panamá.

- **Impactos al subcomponente capacitación y empleo**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos, ambos de carácter positivo.

9.2.2.5.26 Generación de empleo directo e indirecto (EMP-1)

Se espera que la estabilidad laboral que genere, fomentará además cierta estabilidad comercial en el área de influencia directa del Proyecto, generándose a su vez empleos indirectos.

9.2.2.5.27 Incremento de la capacitación y competitividad del personal (EMP-2)

La experiencia adquirida por el personal generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por al empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y formatecimiento de habilidades en el personal.

- **Impactos al subcomponente administración pública**

9.2.2.5.28 Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1)

Para este subcomponente se identificó el impacto de Incremento de ingresos de instituciones públicas, de carácter positivo; el cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales

- **Impactos al subcomponente transporte y comunicaciones**

Se identifican para este subcomponente dos impactos potenciales. Siendo uno de ellos de carácter positivo y otro negativo.

9.2.2.5.29 Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto (TRA-1)

Durante las tres etapas del Proyecto, para el óptimo desarrollo de las actividades de transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal, la carretera afirmada de la sección que va desde la comunidad de Río Quema hasta la huella del Proyecto requerirá trabajos de mantenimiento de afirmación y estabilización del terreno, así como rocío de agua por medio de camiones sisterna para evitar el levantaimento de polvo.

9.2.2.5.30 Incremento del tráfico vehicular (TRA-2)

La movilización de personal, maquinaria, equipos e insumos, producirá presión sobre las vías de acceso del Proyecto. Este impacto se acenturá a medida que desde las ciudades se ingresa a zonas rurales con poco tránsito vehicular.

- **Patrimonio cultural y paisaje**

Se identifican para este subcomponente dos impactos potenciales de carácter negativo.

9.2.2.5.31 Daño del patrimonio cultural (PAT-1)

Para operaciones, durante las actividades de extracción de mineral y manejo de material estéril. El daño podría ser ocacionado sobre objetos prehispánicos accidentalmente al realizarse alguna intervención sobre el suelo de las facilidades mineras.

9.2.2.5.32 Alteración del paisaje natural (PAT-2)

El impacto sobre el paisaje podrá ser percibido desde algunas comunidades del área de influencia directa o desde ciertos puntos de frecuente uso por los moradores.

- **Salud y seguridad**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos potenciales.

9.2.2.5.33 Incremento de la incidencia de vectores biológicos (SAL-1)

Este impacto relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

9.2.2.5.34 Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Este impacto potencial es identificado debido a que durante el desarrollo de las etapas del Proyecto existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos, resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), etc.

9.2.2.6 Evaluación de impactos

De manera ordenada y secuencial se fue evaluando cada impacto potencial en función a los criterios de valoración identificados en la Tabla 9.2.2-3.

De los 35 impactos potenciales, se llegaron a determinar 28 impactos como negativos y 7 como positivos

Únicamente se determinaron impactos de significancia baja, moderada y alta (11, 20 y 4 impactos respectivamente), ningún impacto optuvo una valoración de significancia muy alta.

Tabla 9.2.2-6: Valoración de impactos de la etapa de operación

Etapa	Código	Impacto	Criterios de valoración											VI	Clasificación
			CA	GR	EX	SI	DU	EF	RI	AC	RC	RV	IM		
Operación	AIR-1	Contaminación del aire por combustión	-1	1	2	4	2	4	8	4	1	1	4	- 35.0	Moderado
Operación	AIR-2	Generación de calor	-1	1	1	2	2	4	8	1	1	1	4	- 28.0	Moderado
Operación	AIR-3	Generación de gases, vapores o aerosoles.	-1	1	1	4	1	4	8	4	1	1	4	- 32.0	Moderado
Operación	AIR-4	Generación de malos olores	-1	1	1	4	2	1	1	4	1	1	4	- 23.0	Bajo
Operación	AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado	-1	4	2	4	2	4	8	4	1	1	4	- 44.0	Moderado
Operación	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros	-1	4	2	4	2	4	8	1	1	1	4	- 41.0	Moderado
Operación	RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones	-1	2	2	4	2	4	8	1	1	1	4	- 35.0	Moderado
Operación	GEO-1	Alteración de la topografía	-1	1	2	4	4	4	8	4	4	4	1	- 40.0	Moderado
Operación	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos	-1	1	1	4	1	1	2	4	1	1	2	- 21.0	Bajo
Operación	SUE-3	Contaminación del suelo por desechos	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	2	- 20.0	Bajo
Operación	SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos	-1	1	1	4	1	1	4	4	4	1	2	- 26.0	Moderado
Operación	SUP-1	Alteración de la red de drenaje	-1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	4	- 25.0	Bajo
Operación	SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	- 32.0	Bajo
Operación	SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidro	-1	8	4	4	1	1	1	4	2	1	4	- 50.0	Moderado
Operación	SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos	-1	4	4	4	1	1	1	4	1	1	4	- 37.0	Moderado
Operación	SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos s	-1	2	4	4	2	4	4	4	1	1	4	- 38.0	Moderado
Operación	SUB-1	Alteración del régimen hidrogeológico	-1	1	4	4	1	1	8	4	2	2	4	- 37.0	Moderado
Operación	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hid	-1	1	4	2	1	1	2	4	2	4	1	- 28.0	Moderado
Operación	SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos	-1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	- 43.0	Moderado
Operación	SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos	-1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Operación	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunistica	-1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	- 17.0	Bajo
Operación	FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés	-1	2	4	2	1	1	2	1	4	4	4	- 33.0	Moderado
Operación	FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas	-1	2	4	4	2	1	2	1	4	2	1	- 31.0	Moderado
Operación	POB-1	Reversión de tendencia demográfica	1	1	4	2	1	1	1	1	2	1	1	+ 21.0	Bajo
Operación	POB-3	Modificación de los servicios de los poblados cercanos.	1	8	4	4	4	4	8	1	2	2	1	+ 58.0	Alto
Operación	POB-4	Incremento de las actividades economicas	1	8	2	4	4	4	8	1	4	2	1	+ 56.0	Alto
Operación	EMP-1	Generación de empleo directo e indirecto	1	8	8	4	4	1	4	4	4	2	1	+ 64.0	Alto
Operación	EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	1	2	2	2	2	1	4	1	2	2	4	+ 28.0	Moderado
Operación	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas	1	4	8	1	2	4	8	1	2	2	4	+ 52.0	Alto
Operación	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto	1	1	4	1	2	4	8	1	4	4	2	+ 37.0	Moderado
Operación	TRA-2	Incremento del tráfico vehicular	-1	2	4	4	2	4	8	1	1	1	1	- 36.0	Moderado
Operación	PAT-1	Daño del patrimonio cultural	-1	1	1	1	1	1	1	1	8	4	1	- 24.0	Bajo
Operación	PAT-2	Alteración del paisaje natural	-1	8	4	4	4	4	8	4	4	4	2	- 66.0	Alto
Operación	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos	-1	1	4	4	4	1	2	4	4	2	1	- 33.0	Moderado
Operación	SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores	-1	4	2	1	1	1	2	1	1	2	4	- 29.0	Moderado

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

❑ Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada. Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada).

La valorización del impacto se justifica debido a que se cuenta con medidas de control establecidas en el Capitulo 10 seccion 10.1.2.1.1.2 Gases de combustión del Plan de Manejo Ambiental del Esia del Proyecto, sin embargo de acuerdo a la s criterios utilizados para realizar la valoración, factores como riesgo de ocurrencia hacen que este impacto sea considerado moderado.

Durante la etapa de operación del Proyecto, las medidas de mitigación estarán orientadas principalmente a disminuir la generación material particulado (partículas y polvo), producto de las operaciones de minado, así como la generación de gases contaminantes producidos por la utilización de equipos y vehículos de combustión interna y por las emisiones producto de la refinación de mineral extraído

❑ Generación de calor (AIR-2)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada. Impacto potencial identificado para la etapa de operaciones, considerando las actividades de refinación del oro, como parte del proceso cerrado de fundición.

Este impacto se justifica en ser moderado debido al riesgo de ocurrencias es alto pero se tomaran las siguientes medidas para evitar y controlar el impacto: Las emisiones producto de la fundición de material serán controladas a través de filtros de manga; el horno de fundición funcionará sólo cuatro veces a la semana durante cuatro horas cada vez, minimizando la operación a 16 horas por semana, las cenizas generadas durante el proceso de fundición serán acopiadas en recipientes debidamente señalizados como material peligroso.

❑ Generación de gases tóxicos (AIR-3)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada, identificado como impacto potencial en las actividades de refinación de oro (en la etapa de operaciones). A partir de la modelación de gases NOx, SO2 y PTS, del horno de fundición se determino que las emisiones disminuyen a medida que se alejan del proyecto. De

igual manera sucede con las emisiones de Hg. Los impactos han sido pronosticados a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km. Los resultados obtenidos mediante el modelo indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el Proyecto.

❑ Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto de carácter negativo y valoración baja. Impacto sobre la percepción de los olores relacionado principalmente con la emisión de gases con algún grado de toxicidad o de combustión. Pueden deberse a actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, generación de residuos sólidos y líquidos, entre otros. Este impacto se justifica como bajo ya que MCQSA cuenta con todas las medidas necesarias para evitar y mitigar los impactos

❑ Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada, generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros.

Este impacto es moderado debido al factor de riesgo de ocurrencia y el que MCQSA cuente con las medidas requeridas para evitar , controlar y mitigar dicho impacto, las cuales se encuentran en la sección 10.1.2.1.1.1 Control de polvo (material particulado) del Capitulo 10 del EsiA.

❑ Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada. Este impacto evalúa las fuentes emisoras fijas y móviles de ruido del Proyecto. Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de movilización y tritutrado del mineral, voladuras, etc. Este impacto se justifica en ser moderado principalmente por el alto riesgo de ocurrencia con la combinación de contar con las adecuadas medidas de control. Para mayor detalle de dichas medidas revisar la seccion10.1.2.1.2 Medidas para el control de generación de ruido del Capitulo 10 del EsiA.

❑ Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Impacto de carácter negativo y valoración moderada. Este impacto considera las tareas de movilización vehicular (especialmente vehículos pesados), voladuras o el

funcionamiento de maquinaria como las trituradoras. Este impacto se justifica en ser moderado debido a la combinación del alto riesgo de ocurrencia y el contar con las medidas de control adecuadas detalladas en la sección 10.1.2.1.3 Medidas para el control de vibraciones, Capitulo 10 del EsiA.

- ❑ Alteracion de la topografía

Impacto negativo y moderado ya que durante la fase de operación iniciara el minado de los Tajos alterando la topografía del sitio, conformándose en banquetas y taludes. De igual forma se inicia la conformación del HLF y el WRD, los cuales también alteran la topografía del sitio por medio de la implementación de los taludes cortes y banquetas necesarios para su conformación. A esto también le podemos sumar la conformación y nivelación de los caminos internos del Proyecto.

- ❑ Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Impacto negativo y bajo.

Se genera principalmente por vertidos accidentales de aceites grasas e hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino.

Este impacto se justifica en ser bajo al contar con las adecuadas medidas de manejo descritas en la sección 10.1.2.2 Programa de protección de suelo del Capitulo 10 del EsiA.

- ❑ Contaminación del suelo por desechos (SUE-3)

Impacto negativo y bajo.

Un mal manejo de desechos o una pobre educación ambiental en el personal de la mina puede originar que los materiales sólidos o líquidos desechados inicien su proceso de descomposición (y liberación de químicos extraños para el entorno).

Este impacto se justifica en ser bajo al contar con las adecuadas medidas de manejo descritas en las secciones 10.1.2.2.3 Prevención de contaminación del suelo, 10.1.2.4 Programa de control de residuos sólidos y 10.1.2.5 Programa de control de materiales peligrosos del Capitulo 10 del EsiA

- ❑ Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

Impacto negativo y moderado. Este impacto potencial se identifica para la etapa de operaciones, durante las actividades de lixiviación en pilas y refinación de oro. Este impacto se justifica en ser moderado debido a que todas las facilidades del proceso minero HLF, WRD y piletas contaran con un revestimiento que impide la infiltración y drenaje de materiales peligrosos como el cianuro al suelo. Además cuenta con sistemas de alarmas y monitoreo que permiten controlar cualquier eventualidad.

- ❑ Alteración de la red de drenaje (SUP-1)

Impacto negativo y bajo.

Considera la afectación en los patrones de captación de agua en actividades de remoción de vegetación; y, las posibles alteraciones por obstrucción del flujo de escorrentía, en las actividades de movimiento de tierras, manejo de material orgánico e inerte, instalación de tuberías, manejo de material estéril, y demolición y retiro de escombros.

Se justifica como bajo al contar con las medidas descritas en la seccion 10.1.2.3.4 Alteración del régimen de drenaje de las aguas del Capitulo 10 del EsiA.

- ❑ Contaminación de agua superficial por desechos (SUP-2)

Impacto negativo y bajo.

Este impacto se origina por el contacto de material sólido o líquido de desecho con los cursos de agua cercanos al Proyecto, originado de manera accidental durante las tareas de manejo y disposición de desechos del Proyecto.

Este impacto se justifica como bajo por contar con las medidas requeridas para evitar y mitigar ese impacto suceda, dichas medidas se encuentran descritas en el Capitulo 10 del EsiA.

- ❑ Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto negativo y moderado.

Impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento hasya el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema.

Este impacto se justifica como moderado debido a la combinación del alto grado de perturbación y por contar con las medidas requeridas para evitar y mitigar ese impacto suceda, dichas medidas se encuentran descritas en el Capitulo 10 del EsiA.

- ❑ Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

Este impacto es negativo y moderado ya que el Proyecto será autocontenido tratando de evitar descargas. Alrededor del perímetro del Proyecto se construirán drenajes que eviten que las aguas pluviales entren en contacto con las principales facilidades del proyecto. Por otro lado todas las facilidades estarán auto contenido y su base revestida.

- ❑ Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Impacto negativo y moderado.Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinaria o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras. El impacto se considera moderado ya que actualmente existen siete estructuras de control de sedimentos en el área del Proyecto ubicadas en las quebradas Mala, Wicho, Africano, Aguacatal, Gallote, Seca y Chontal. Estas estructuras fueron construidas con gaviones (canastas metálicas rellenas de rocas). Además se construirán 4 trampas nuevas en diferentes áreas el proyecto para disminuir el transporte de sólidos suspendidos

- ❑ Alteración del régimen hidrogeológico (SUB-1)

Este impacto es negativo y moderado. No habrá contacto con las aguas de manantial, ya que todas las principales facilidades estarán auto contenido y su base revestida. Por otro lado se determinó que no se espera interceptar nivel de agua subterránea en la zona de los tajos La Pava y Quema, hasta el final de su etapa de minado. Por otro lado en la línea de base no se ha encontrado manantiales o flujos subterráneos por debajo del fondo proyectado de los tajos. Por lo tanto no se espera interceptar ningún manantial o cuerpo de agua subterránea durante la construcción de los tajos. Se continuará con el monitoreo del agua subterránea.

Durante la operación se implementará un sistema de manejo de aguas y captura de filtraciones producto de las precipitaciones dentro de los tajos. El análisis de filtraciones se realizará en función de un modelo hidrogeológico.

❑ Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)
Impacto negativo y moderado.

Impacto causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos, Impacto identificado para la etapa de operación, causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos. Es poco probable que equipos pesados vehículos y maquinarias entren en contacto con áreas donde se ubiquen manantiales. De llegar a darse un evento, se limitara al lugar dentro del área del proyecto sonde se produjo e inmediatamente se activaran los procedimientos establecidos en el Plan de Control de Derrames. Por otro lado todo vehículo estará provisto de un kit de contención de derrames

❑ Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)
Impacto negativo y moderado.
Este impacto responde a las liberaciones accidentales de materiales peligrosos que puedan filtrarse desde el suelo o llegar al nivel freático desde manantiales naturales. Se determina para las actividades de lixiviación en pilas y refinación de oro (ambas en la etapa de operaciones). Este impacto se justifica en ser moderado debido a que todas las facilidades del proceso minero HLF, WRD y piletas contaran con un revestimiento que impide la infiltración y drenaje de materiales peligrosos como el cianuro al suelo. Además cuenta con sistemas de alarmas y monitoreo que permiten controlar cualquier eventualidad.

❑ Contaminación de agua subterránea por desechos (SUB-4)
Impacto bajo y negativo, considerando la liberación de sustancias o materiales de desecho y que haga contacto con la capa freática a través de la filtración desde el suelo o desde los manantiales naturales del lugar.

Se justifica como bajo debido a que se cuenta con medidas para el manejo de desechos descritas en el Capitulo 10 del Esia.

❑ Perdida de riqueza o diversidad faunistica (FAU-1)

Impacto negativo y bajo. Durante esta fase, el impacto sería generado directamente por la actividad alrededor de la obra y el mantenimiento. El ruido asociado con las actividades de minado de tajos y operaciones de trituración y faja transportadora, así como también la iluminación artificial podría generar perturbaciones sobre aquellas especies de animales de hábitos nocturnos, las cuales efectúan sus actividades de búsqueda de alimento, pareja, entre otros, en horas de la noche. Bajo estas condiciones, es probable que este impacto ocurra después de terminada la obra, con desarrollo del efecto en el mediano plazo, con magnitud baja y duración permanente. De ocurrir dicho impacto, el mismo podría alcanzar nivel de significación bajo.

❑ Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Impacto negativo y moderado, de carácter accidental debido a la presencia o ingreso de fauna en alguna categoría de protección por el Estado, sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo.

El aspecto ambiental que más afecta a la fauna es la pérdida y degradación de hábitat que altera la distribución y comportamiento de las especies. Sin embargo, es posible que durante la fase de operación existan impactos directos (mortalidad) por el atropello de especies silvestres por el tráfico asociado con las actividades del Proyecto o por la entrada de alguna especie a las áreas de operación o de minado.

❑ Introducción de especies exóticas e invasivas (FAU-4)

Impacto negativo y moderado.

El impacto se refiere principalmente a la llegada al lugar de especies como ratas o perros que compitan por el espacio con especies nativas y que se manifiesten de manera agresiva hacia ellas. Esto puede ocurrir siendo estas especies transportadas con el mersonal o equipo que ingresa a la huella del Proyecto o atraídas por los desechos orgánicos de los trabajadores.

❑ Reversión de tendencia demográfica (POB-1)

Impacto positivo y bajo.

El impacto potencial de reversión de la tendencia demográfica (POB-1), tomando en consideración que las comunidades del área de influencia directa del Proyecto presentan una tendencia al decrecimiento de la población que mantiene una dinámica de expulsión de la población. Considerando además que el crecimiento poblaciónal se evalúa en periodod mayores al año, se identifica este impacto para la etapa de operaciones.

❑ Modificación de los servicios de los poblados cercanos

Impacto positivo y alto.

El Proyecto podría causar impactos potenciales en la salud, la educación, los servicios públicos, las carreteras y otras infraestructuras y servicios debido al incremento en la población. Desde una perspectiva positiva, el Proyecto también podría generar cambios en la capacidad administrativa de los gobiernos locales, y generará impuestos y regalías. Como parte de la LBS del EIA desarrollado para el Proyecto Minero Cerro Quema, se explican a lo largo de la Sección 8 en el punto 8.2, diversos indicadores de la calidad de vida de la población local tales como: índices demográficos, sociales y económicos; índice de mortabilidad y morbilidad; índices de ocupación laboral; equipamiento, servicios , entre otros. Por otro lado, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional.

❑ Incremento de las actividades económicas

Impacto de carácter positivo y valorización alta. Se estima que el auge económico que se experimentará generará nuevos puestos de trabajo directos además de fuentes de empleo indirectas. El estímulo económico directo fomentado por el empleo y las compras del Proyecto también causará impactos económicos indirectos e inducidos en los bienes y servicios en aquellos lugares en donde las personas empleadas gasten su dinero. Los impactos locales y regionales estarán asociados con el monto de dinero que los pobladores locales reciban y gasten a nivel local; algunos de los beneficios económicos indirectos llegarán a otras regiones y municipalidades de Panamá.

❑ Generación de empleo directo e indirecto (EMP-1)

Impacto positivo y alto.

Se espera que la estabilidad laboral que genere, fomentara además cierta estabilidad comercial en el área de influencia directa del Proyecto, generándose a su vez empleos indirectos. Durante la etapa de operación del Proyecto, cuya duración se estima en 5 años, se espera emplear aproximadamente entre 94 y 169 personas. MCQSA empleará a trabajadores de las comunidades locales para el desarrollo de tareas temporales. Estos trabajos podrían incluir por ejemplo, el mantenimiento de caminos, la construcción de estructuras para el manejo de agua durante las estaciones de lluvia, plantaciones y revegetación, y mantenimiento general y limpieza del área.

❑ Incremento de la capacitación y competitividad del personal (EMP-2)

Impacto positivo y moderado

La experiencia adquirida por el personal generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por al empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y formatecimiento de habilidades en el personal. La experiencia adquirida por el personal, a lo largo de las tres etapas del Proyecto generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por la empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y fortalecimiento de habilidades en la persona. Los beneficios de la capacitación no acaban con el Proyecto sino que se transfieren a nuevos puestos de trabajo tanto a nivel local como en cualquier parte en el país, aunque la capacitación directa relacionada con MCQSA haya terminado.

❑ Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1)

Impacto positivo y alto .Para este subcomponente se identificó el impacto de Incremento de ingresos de instituciones públicas, de carácter positivo; el cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales durante operación cuales generaran divisas extras al Municipio de Macaracas. De igual forma durante operación se pagaran las regalías al Estado producto de la venta de oro, por lo que parte de esas ganancias llegara a todas las instituciones públicas.

❑ Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto (TRA-1)

Impacto positivo y moderado ya que MCQSA, estará encargada de darle mantenimiento preventivo y conservar dicho camino.

❑ Incremento del tráfico vehicular (TRA-2)

Impacto negativo y moderado

La movilización de personal, maquinaria, equipos e insumos, producirá presión sobre las vías de acceso del Proyecto. Este impacto se acentura a medida que desde las ciudades se ingresa a zonas rurales con poco tránsito vehicular.

❑ Daño del patrimonio cultural (PAT-1)

Impacto negativo y bajo debido a las mismas razones expuestas en el caso de construcción.

❑ Alteración del paisaje natural (PAT-2)

Impacto negativo y alto

El impacto sobre el paisaje podrá ser percibido desde algunas comunidades del área de influencia directa o desde ciertos puntos de frecuente uso por los moradores. Durante esta etapa el paisaje ya ha sido afectado por la construcción de las instalaciones permanentes del Proyecto, En la etapa de operación el mismo se verá alterado por las estructuras necesarias para la operación de la mina (extractiva, molienda y deposición de material estéril).

❑ Incremento de la incidencia de vectores biológicos (SAL-1)

Impacto moderado y negativo

Este impacto relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

❑ Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Impacto moderado y negativo

Durante esta fase se podrían presentar los siguientes problemas a la salud de los trabajadores: afecciones respiratorias debido a períodos prolongados de exposición a gases contaminantes, provenientes de equipo de combustión interna y/o de partículas de polvo (menos de 10 micras),así como enfermedades gastrointestinales por la ingestión de aguas de mala calidad y/o alimentos contaminados. Sin

embargo, no se anticipa que durante la etapa de operación se ocasionen impactos significativos sobre la salud de los trabajadores.

9.2.3 *Etapa de Cierre*

De acuerdo con la metodología presentada en la Sección 9.3, se generaron los siguientes resultados.

9.2.3.1 Identificación de las actividades principales.

Siguiendo con la metodología de identificación de impactos, se subdividió a cada etapa del Proyecto en actividades principales. Para esta tarea se partió de la información presentada en la Sección 5.0 (Descripción del proyecto). Las actividades se presentan en la Tabla 9.2.3-1.

Se generó así un listado de 14 actividades.

Tabla 9.2.3-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de cierre

Número	Actividad
Etapa de cierre	
1	Desmovilización (personas, equipos móviles, materiales (hidrocarburos, materiales peligrosos)
2	Bombeo y drenaje de conductos
3	Estabilización física de materiales (bancos en tajos, botadero, tajo y canteras)
4	Estabilización química de materiales (pilas de lixiviación, solución en pozas, botadero)
5	Desmantelamiento de infraestructuras
6	Demolición y retiro de escombros
7	Nivelación de superficies
8	Manejo de suelos y aguas contaminadas
9	Revegetación
10	Monitoreo post-cierre
11	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal
12	Contratación de personal
13	Disposición de desechos
14	Demanda de servicios públicos

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.3.2 Identificación de los sistemas, subsistemas y factores ambientales

Continuando con la metodología, se identificaron 16 subcomponentes ambientales o ecosistémicos. El componente físico se subdividió en seis subcomponentes. El componente biológico en cuatro subcomponentes. Finalmente, el componente socioeconómico se subdividió en seis subcomponentes (Tabla 9.2.3-2).

Tabla 9.2.3-2: Subcomponentes ambientales

Número	Subcomponente ambiental
Componente físico	
1	Aire
2	Ruido y/o vibraciones
3	Geomorfología y geodinámica
4	Suelo
5	Agua superficial
6	Agua subterránea
Componente biológico	
7	Flora
8	Fauna
9	Vida acuática
10	Ecosistemas
Componente socioeconómico	
11	Población
12	Capacitación y empleo
13	Administración pública
14	Transporte y comunicaciones
15	Patrimonio cultural y paisaje
16	Salud y seguridad

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.3.3 Identificación de los impactos ambientales.

El siguiente paso de la metodología, consiste en la elaboración de la matriz de interacción (Tabla 9.2.3-3). En esta matriz se pueden apreciar 91 interacciones identificadas.

Tabla 9.2.3-3: Matriz de interacción

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterránea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
CIERRE																	
1	Desmovilización	•	•		•	•	•		•								•
2	Bombeo y drenaje de conductos	•	•		•	•	•		•								•
3	Estabilización física de materiales	•	•		•	•	•		•								•
4	Estabilización química de materiales	•	•		•	•	•		•								•
5	Desmantelamiento de infraestructuras	•	•		•	•	•		•								•
6	Demolición y retiro de escombros	•	•		•	•	•		•								•
7	Nivelación de superficies	•	•	•	•	•	•		•								•
8	Manejo de suelos y aguas contaminadas	•	•		•	•			•							•	•
9	Revegetación	•	•		•	•	•	•	•		•						•
10	Monitoreo post-cierre	•	•		•	•	•		•							•	•
11	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	•	•		•	•	•		•						•		•
12	Contratación de personal												•				•
13	Disposición de desechos	•			•	•	•		•								•
14	Demanda de servicios públicos													•			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

983

9.2.3.4 Identificación y valoración de impatos

Tabla 9.2.3-4: Impactos ambientales

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Núm.	Código	Impacto
Físico	Aire	1	AIR-1	Contaminación del aire por combustión
			AIR-4	Generación de malos olores
			AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado
			AIR-6	Purificación del aire
	Ruido y vibraciones	2	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros
			RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones
	Geomorfología y geodinámica	3	GEO-2	Estabilización de taludes
	Suelo	4	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos
			SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos
			SUE-5	Disminución de la erosión
			SUE-7	Recuperación de suelos contaminados
	Agua superficial	5	SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos
			SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos
			SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos
			SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos
			SUP-6	Recuperación de aguas superficiales contaminadas
	Agua subterránea	6	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos
			SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos
			SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos
Biológicos	Flora	7	FLO-2	Incremento del número de individuos de flora
	Fauna	8	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunistica
			FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés
			FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas
	Ecosistemas	10	ECO-3	Recuperación de la conectividad del hábitat
			ECO-4	Recuperación de unidades de vegetación
Socioeconomicos	Capacitación y empleo	12	EMP-1	Generación de empleo directo e indirecto
			EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal
	Administración pública	13	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas
	Transporte y comunicaciones	14	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto
			TRA-2	Incremento del tráfico vehicular
	Patrimonio cultural y paisaje	15	PAT-3	Recuperación del paisaje
	Salud y seguridad	16	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Núm.	Código	Impacto
			SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

Tabla 9.2.3-5: Matriz de impactos de la etapa de cierre

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterránea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
CIERRE																	
1	Desmovilización	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
2	Bombeo y drenaje de conductos	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
3	Estabilización física de materiales	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
4	Estabilización química de materiales	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-4	SUP-3 SUP-4	SUB-2 SUB-3		FAU-3								SAL-2
5	Desmantelamiento de infraestructuras	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3								SAL-2
6	Demolición y retiro de escombros	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3								SAL-2
7	Nivelación de superficies	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2	GEO-2	SUE-2 SUE-5	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3							PAT-3	SAL-2
8	Manejo de suelos y aguas contaminadas	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2 SUE-7	SUP-6			FAU-3								SAL-2
9	Revegetación	AIR-1 AIR-4 AIR-5 AIR-6	RYV-1		SUE-2 SUE-5	SUP-3	SUB-2	FLO-2	FAU-3		ECO-3 ECO-4					PAT-3	SAL-2
10	Monitoreo post-cierre	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
11	Transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3 FAU-4						TRA-1 TRA-2		SAL-2
12	Contratación de personal												EMP-1 EMP-2				
13	Disposición de desechos	AIR-4			SUE-3	SUP-2	SUB-4		FAU-1 FAU-4								SAL-1 SAL-2
14	Demanda de servicios públicos													SER-1			

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

936

9.2.3.5 Descripción de los impactos identificados

- **Impactos al componente físico**

Para el componente físico se hallaron 19 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes ambientales y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente aire**

Se identificaron cuatro impactos potenciales que inciden sobre el subcomponente aire.

9.2.3.5.1 Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada).

9.2.3.5.2 Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto sobre la percepción de los olores relacionado principalmente con la emisión de gases con algún grado de toxicidad o de combustión. Pueden deberse a actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, generación de residuos sólidos y líquidos, entre otros.

9.2.3.5.3 Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Impacto generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros.

9.2.3.5.4 Purificación del aire (AIR-6)

Impacto generado principalmente por el cese de operaciones del patio de lixiviados y de las piletas de lixiviación así como también de las operaciones de refinación del mineral.

- **Impactos al subcomponente ruido y vibraciones**

Se identificaron dos impactos potenciales de carácter negativo para este subcomponente.

9.2.3.5.5 Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Este impacto se evalúa las fuentes emisoras fijas y móviles de ruido .Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de construcción, movilización y triturado del mineral, voladuras, etc.

9.2.3.5.6 Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Este impacto se genera durante las tres etapas del Proyecto (con menor intensidad en el cierre/post cierre) ya que considera las tareas de movilización vehicular (especialmente vehículos pesados), voladuras o el funcionamiento de maquinaria como las trituradoras.

- **Impactos al subcomponente geomorfología y geodinámica**

Bajo este subcomponente identificamos un solo impacto potencial, de carácter negativo.

9.2.3.5.7 Estabilización de taludes (GEO-2)

Este impacto se genera cuando se procede a estabilizar taludes de los tajos y suavizar sus pendientes para dar inicio a la las labores de revegetación y durante las operaciones de nivelación de los talues del HLF y WRD.

- **Impactos al subcomponente suelo**

Para el subcomponente suelo se identificaron cuatro impactos potenciales.

9.2.3.5.8 Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Se genera principalmente por vertidos accidentales de aceites grasas e hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino.

9.2.3.5.9 Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

Para la etapa de cierre/post cierre se identifica contemplando posibles liberaciones de contaminantes durante las labores de estabilización química de materiales.

9.2.3.5.10 Disminución de la erosión (SUE-5)

Este impacto se origina una vez cesan las operaciones del proyecto, ya que no habrá movimientos de tierra ni minado de tajos. Además se inician las actividades de mejora y conservación de suelos contenidas en el Plan de Cierre del Proyecto.

9.2.3.5.11 Recuperación de suelos contaminados (SUE-7)

Este impacto se origina una vez cesan las operaciones del proyecto durante las operaciones de adecuación y cierre del WRD y del HLF ya que ambos serán recubiertos con material vegetal para luego propiciar la revegetación natural.

- **Impactos al subcomponente agua superficial**

Sobre este subcomponente se determinaron cinco impactos potenciales.

9.2.3.5.12 Contaminación de agua superficial por desechos (SUP-2)

Este impacto se origina por el contacto de material sólido o líquido de desecho con los cursos de agua cercanos al Proyecto, originado de manera accidental durante las tareas de manejo y disposición de desechos en las tres etapas del Proyecto.

9.2.3.5.13 Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento haya el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema.

9.2.3.5.14 Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

Este impacto potencial se identifica para la etapa de cierre/post cierre contemplando posibles liberaciones de contaminantes durante las labores de estabilización química de materiales. Generado de manera accidental en áreas cercanas a cuerpos de agua.

9.2.3.5.15 Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinaria o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras.

9.2.3.5.16 Recuperación de aguas superficiales contaminadas (SUP-6)

El impacto se refiere a los cuerpos de agua en donde se encuentran instaladas trampas de sedimentación. Una vez inicie el cierre del proyecto la cantidad erosión y sedimentación disminuye por lo que se recuperaran estos cuerpos de agua.

- **Impactos al subcomponente agua subterránea.**

Para este subcomponente se identificaron tres impactos; todos ellos de carácter negativo.

9.2.3.5.17 Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)

Impacto identificado para las tres etapas del Proyecto, causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos,

9.2.3.5.18 Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)

Este impacto responde a las liberaciones accidentales de materiales peligrosos que puedan filtrarse desde el suelo o llegar al nivel freático desde manantiales naturales. Se determina durante los trabajos de estabilización química de materiales en la etapa de cierre/post cierre.

9.2.3.5.19 Contaminación de agua subterránea por desechos (SUB-4)

Impacto identificado para las tres etapas del Proyecto, considerando la liberación de sustancias o materiales de desecho y que haga contacto con la capa freática a través de la filtración desde el suelo o desde los manantiales naturales del lugar.

- **Impactos al componente biológico**

Para el componente biológico se hallaron seis impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de cuatro subcomponentes ambientales y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente flora**

Para este subcomponente se identificó un solo impacto de carácter positivo.

9.2.3.5.20 Incremento del número de individuos de flora (FLO-2)

Durante la etapa de cierre, se realizaran actividades de recuperación y revetación de cobertura vegetal sobre las áreas afectadas por el proyecto. Este impacto se considera positivo ya que favorece la regeneración natural en áreas afectadas.

- **Impactos al subcomponente fauna**

9.2.3.5.21 Perdida de riqueza o diversidad faunística (FAU-1)

El impacto se refiere que durante la fase de cierre se estarán desarrollando labores en el sitio del proyecto y q

9.2.3.5.22 Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Impacto de carácter accidental a lo largo de todas las etapas del Proyecto debido a la presencia o ingreso de fauna en alguna categoría de protección por el Estado, sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo.

9.2.3.5.23 Introducción de especies exóticas e invasivas (FAU-4)

El impacto se refiere principalmente a la llegada al lugar de especies como ratas o perros que compitan por el espacio con especies nativas y que se manifiesten de manera agresiva hacia ellas. Esto puede ocurrir durante las tres etapas del Proyecto, siendo estas especies transportadas con el personal o equipo que ingresa a la huella del Proyecto o atraídas por los desechos orgánicos de los trabajadores.

- **Impactos al componente ecosistemas**

9.2.3.5.24 Recuperación de la conectividad del hábitat (ECO-3)

El impacto se refiere a la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto.

9.2.3.5.25 Recuperación de unidades de vegetación (ECO-4)

El impacto se refiere a la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto.

- **Impactos al componente socioeconómico**

Para el componente socioeconómico se identificaron 8 impactos potenciales. Éstos se ordenan dentro de seis subcomponentes y se desarrollan a continuación.

- **Impactos al subcomponente capacitación y empleo**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos, ambos de carácter positivo.

9.2.3.5.26 Generación de empleo directo e indirecto (EMP-1)

Impacto identificado para las tres etapas del Proyecto y para la actividad de contratación de personal. Se espera que la estabilidad laboral que genere, fomente además cierta estabilidad comercial en el área de influencia directa del Proyecto, generándose a su vez empleos indirectos.

9.2.3.5.27 Incremento de la capacitación y competitividad del personal (EMP-2)

La experiencia adquirida por el personal, a lo largo de las tres etapas del Proyecto generará mayor competitividad en este recurso humano. Además, el desarrollo de cursos de capacitación por al empresa promotora para asegurar el óptimo funcionamiento de sus procesos, aportará a la generación y fortalecimiento de habilidades en el personal.

- **Impactos al subcomponente administración pública**

9.2.3.5.28 Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1)

Para este subcomponente se identificó el impacto de Incremento de ingresos de instituciones públicas, de carácter positivo; el cual es el efecto de los pagos por concepto de impuestos y permisos municipales

- **Impactos al subcomponente transporte y comunicaciones**

Se identifican para este subcomponente dos impactos potenciales. Siendo uno de ellos de carácter positivo.

9.2.3.5.29 Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto (TRA-1)

Durante las tres etapas del Proyecto, para el óptimo desarrollo de las actividades de transporte de maquinaria, equipos, insumos y personal, la carretera afirmada de la sección que va desde la comunidad de Río Quema hasta la huella del Proyecto requerirá trabajos de mantenimiento de afirmación y estabilización del terreno, así como rocío de agua por medio de camiones cisterna para evitar el levantamiento de polvo.

9.2.3.5.30 Incremento del tráfico vehicular (TRA-2)

La movilización de personal, maquinaria, equipos e insumos, producirá presión sobre las vías de acceso del Proyecto. Este impacto se acentuará a medida que desde las ciudades se ingresa a zonas rurales con poco tránsito vehicular.

9.2.3.5.31 Recuperación del paisaje (PAT-3)

El impacto se refiere a la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto. Además de la recuperación de áreas donde destinadas al WRD, HLF, Taludes y Plataforma de Facilidades Mineras.

- **Salud y seguridad**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos potenciales.

9.2.3.5.32 Incremento de la incidencia de vectores biológicos (SAL-1)

Este impacto potencial se identifica para las tres etapas del proyecto, relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

9.2.3.5.33 Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Este impacto potencial es identificado debido a que durante el desarrollo de las etapas del Proyecto existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material

particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos, resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), etc.

9.2.3.6 Evaluación de impactos

De los 33 impactos potenciales, se llegaron a determinar 21 impactos como negativos y 12 como positivos.

Únicamente se determinaron impactos de significancia baja, moderada y alta, ningún impacto obtuvo una valoración de significancia muy alta.

Tabla 9.2.3-6: Valoración de impactos de la etapa de cierre

Etapa	Código	Impacto	Criterios de valoración											VI	Clasificación
			CA	GR	EX	SI	DU	EF	RI	AC	RC	RV	IM		
Cierre	AIR-1	Contaminación del aire por combustión	-1	1	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 34.0	Moderado
Cierre	AIR-4	Generación de malos olores	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Cierre	AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado	-1	2	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 37.0	Moderado
Cierre	AIR-6	Purificación del aire	1	4	2	4	4	1	8	4	1	4	4	+ 46.0	Moderado
Cierre	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros	-1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	4	- 24.0	Bajo
Cierre	RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones	-1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	4	- 24.0	Bajo
Cierre	GEO-2	Estabilización de taludes	1	1	1	4	4	4	8	4	1	4	1	+ 35.0	Moderado
Cierre	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos	-1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	- 23.0	Bajo
Cierre	SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos	-1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	- 23.0	Bajo
Cierre	SUE-5	Disminución de la erosión	1	4	2	4	4	1	8	4	1	2	1	+ 41.0	Moderado
Cierre	SUE-7	Recuperación de suelos contaminados	-1	4	1	4	4	4	8	4	4	2	1	- 45.0	Moderado
Cierre	SUP-2	Contaminación de agua superficial por desechos	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Cierre	SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidro	-1	8	4	4	1	1	1	4	2	1	4	- 50.0	Moderado
Cierre	SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos	-1	4	4	4	1	1	1	4	1	1	4	- 37.0	Moderado
Cierre	SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos	-1	1	4	4	1	4	1	4	1	1	4	- 31.0	Moderado
Cierre	SUP-6	Recuperación de aguas superficiales contaminadas	1	4	4	4	4	4	4	1	4	2	4	+ 47.0	Moderado
Cierre	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hid	-1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	- 43.0	Moderado
Cierre	SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos	-1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	- 43.0	Moderado
Cierre	SUB-4	Contaminación de agua subterránea por desechos	-1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	4	- 22.0	Bajo
Cierre	FLO-2	Incremento del número de individuos de flora	1	8	2	4	4	4	8	4	2	2	1	+ 57.0	Alto
Cierre	FAU-1	Perdida de riqueza o diversidad faunistica	-1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	- 17.0	Bajo
Cierre	FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés	-1	2	4	2	1	1	2	1	4	4	4	- 33.0	Moderado
Cierre	FAU-4	Introducción de especies exóticas e invasivas	-1	2	4	4	1	1	1	1	2	2	1	- 27.0	Moderado
Cierre	ECO-3	Recuperación de la conectividad del hábitat	1	8	4	4	4	4	4	4	1	2	1	+ 56.0	Alto
Cierre	ECO-4	Recuperación de unidades de vegetación	1	8	4	4	4	4	4	4	4	2	1	+ 59.0	Alto
Cierre	EMP-1	Generación de empleo directo e indirecto	1	1	8	2	2	4	8	1	1	1	1	+ 39.0	Moderado
Cierre	EMP-2	Incremento de la capacitación y competitividad del personal	1	2	8	1	4	4	8	4	4	4	1	+ 52.0	Alto
Cierre	SER-1	Incremento de ingresos de instituciones públicas	1	2	8	1	1	4	8	1	1	1	4	+ 43.0	Moderado
Cierre	TRA-1	Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto	1	1	4	1	1	4	8	1	1	1	1	+ 29.0	Moderado
Cierre	TRA-2	Incremento del tráfico vehicular	-1	1	4	4	1	4	8	1	1	1	1	- 32.0	Moderado
Cierre	PAT-3	Recuperación del paisaje	1	4	4	2	4	4	4	4	2	2	2	+ 44.0	Moderado
Cierre	SAL-1	Incremento de la incidencia de vectores biológicos	-1	1	4	4	4	1	1	4	2	2	1	- 30.0	Moderado
Cierre	SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores	-1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	4	- 22.0	Bajo

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

995

❑ Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Impacto negativo y moderado, debido al alto riesgo de ocurrencia, bajo grado de perturbación, extensa área de influencia, duración temporal, efecto directo entre otros, debido a que se cesan las operaciones en la refinería del proyecto y disminuye a un mínimo de 25 camionetas pickup entrando saliendo del proyecto durante el cierre.

❑ Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Impacto negativo y moderado debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto pero el riesgo de ocurrencia es alto en esta etapa.

❑ Purificación del aire (AIR-6)

Impacto positivo y moderado, debido al cierre de las facilidades del proceso de lixiviación no se espera que se generen mayores emisiones de gases y vapores contaminantes.

❑ Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Estabilización de taludes (GEO-2)

Impacto positivo y moderado, ya que se realizan las tareas de estabilización de taludes y banquetas de los tajos, WRD y HLF, mejorando la topografía del sitio y con el recubrimiento favoreciendo la revegetación de los taludes.

❑ Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Disminución de la erosión (SUE-5)

Impacto positivo y moderado, debido a que aunque se mantienen las actividades de lavado del patio de lixiviación y de las piletas, la cantidad de erosión y sedimentación dentro de la huella del proyecto cesa debido a la cierre de las operaciones de minado y de lixiviación.

❑ Recuperación de suelos contaminados (SUE-7)

Impacto positivo y moderado, debido al cierre de las operaciones de minado y de lixiviación.

❑ Contaminación de agua superficial por desechos (SUP-2)

Impacto negativo y bajo debido a que en el Plan de Manejo Ambiental, capítulo 10 del EsIA se cuenta con medidas para controlar y mitigar este posible impacto.

❑ Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto moderado y negativo, debido al cierre de las operaciones de minado y de lixiviación sin embargo durante esta fase vehículos estarán circulando aun el área dando seguimiento a las actividades de monitoreo y cierre.

❑ Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

Impacto moderado y negativo, debido a que inician las actividades de lavado del patio de lixiviación y de las piletas.

❑ Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Impacto moderado y negativo. Impacto moderado y negativo, debido a que inician las actividades de lavado del patio de lixiviación y de las piletas.

❑ Recuperación de aguas superficiales contaminadas (SUP-6)

Impacto positivo moderado, debido a que la cantidad de erosión y sedimentación dentro de la huella del proyecto cesa debido a la cierre de las operaciones de minado y de lixiviación. Además porque se continua con el mantenimiento y limpieza de las trampas de sedimentación.

❑ Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)

Impacto negativo y moderado debido al cierre de las operaciones de minado y de lixiviación sin embargo durante esta fase vehículos estarán circulando aun el área dando seguimiento a las actividades de monitoreo y cierre

- ❑ Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)

Impacto negativo y moderado debido a que inician las actividades de lavado del patio de lixiviación y de las piletas y recuperación del WRD.

- ❑ Contaminación de agua subterránea por desechos (SUB-4)

Impacto negativo y bajo debido a que inician las actividades de lavado del patio de lixiviación y de las piletas y recuperación del WRD.

- ❑ Incremento del número de individuos de flora (FLO-2)

Impacto positivo alto. debido a que inician el cubrimiento del WRD, taludes y HLF por lo que también se da la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto.

Impacto de carácter positivo durante la etapa de cierre/post cierre. El grado de perturbación es bastante alto ya que considera la recuperación de la cobertura vegetal en la huella del Proyecto, exceptuando los caminos de acceso (8 puntos). La extensión ocurre en el área de influencia directa (2 puntos). Es altamente sinérgico ya que favorece otros cambios como la purificación del aire, recuperación de la conectividad del hábitat, recuperación de unidades de vegetación, disminución de la erosión, etc. (4 puntos). Es un impacto que durará y permanecerá posteriormente al término del Proyecto (4 puntos). La probabilidad de ocurrencia es total, debido a la existencia dl compromiso legal luego de la aprobación del EsIA (8 puntos). Se considera como un impacto acumulativo ya que la acción de revegetación favorece y permite la recuperación progresiva de espacios colindantes naturalmente (4 puntos). Es un impacto fácilmente controlado con intervención humana, recuperabilidad (2 punto). Considerando la reversibilidad del impacto no se considera sea revertido naturalmente (2 puntos). Para el criterio de importancia se valoró con el puntaje mínimo al ser la flora del lugar característica de áreas altamente intervenidas (1 punto). La significancia final del impacto fue de 53 puntos.

- ❑ Perdida de riqueza o diversidad faunística(FAU-1)

Impacto negativo bajo, debido a la perdida original del habitad y debido al proceso de reubicación de especies durante la fase de construcción y operación.

- ❑ Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Impacto negativo y moderado, debido a que durante esta fase permanecerán vehículos por lo que el riesgo se mantiene.

- ❑ Introducción de especies exóticas e invasivas (FAU-4)

Impacto negativo y moderado

- ❑ Recuperación de la conectividad del hábitat (ECO-3)

Impacto positivo y alto, debido a que inician el cubrimiento del WRD, taludes y HLF por lo que también se da la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto

Impacto de carácter positivo durante la etapa de cierre/post cierre. El grado de perturbación alcanza el valor máximo ya que se espera que la recuperación sea total (12 puntos). El impacto es extenso ya que afecta la conectividad del área de influencia indirecta (4 puntos). Es un impacto sinérgico al repercutir sobre cambios como la distribución de fauna, la cobertura vegetal, etc. (4 puntos). Se espera que sus efectos permanezcan luego del término del Proyecto (4 puntos). Es un impacto inminente ya que es parte de los compromisos legales que se adquieren con la aprobación del EsIA (8 puntos). La significancia final del impacto fue de 68 puntos.

- ❑ Recuperación de unidades de vegetación (ECO-4)

Impacto positivo y alto

Impacto de carácter positivo durante la etapa de cierre/post cierre. El grado de perturbación se considera como muy alto al efectuarse sobre toda la huella del Proyecto con excepción de los caminos de acceso (8 puntos). De extensión parcial, Sinérgico al influir sobre otros impactos como la disminución de la erosión, la red de drenaje, el paisaje, etc. (4 puntos). Se espera que sus efectos duren posteriormente al término del Proyecto (4 puntos). Es un cambio inevitable al formar parte de los compromisos legales enmarcados en el EsIA, riesgo de ocurrencia (8 puntos). No se considera sea revertido naturalmente (4 puntos). Actúa sobre un componente ecosistémico con alto grado de intervención humana (1 punto). La significancia final del impacto fue de 59 puntos.

- ❑ Generación de empleo directo e indirecto (EMP-1)

Impacto positivo moderado, ya que durante esta fase solo se mantendrán un aproximado de 30 personas laborando en las actividades de esta fase.

- ❑ Incremento de la capacitación y competitividad del personal (EMP-2)

  Impacto positivo y alto. Los beneficios de la capacitación no acaban con el Proyecto sino que se transfieren a nuevos puestos de trabajo tanto a nivel local como en cualquier parte en el país, aunque la capacitación directa relacionada con el Proyecto haya terminado.

- ❑ Incremento de ingresos de instituciones públicas (SER-1)

  Impacto positivo y moderado, durante esta fase se seguirán pagando los impuestos municipales, mas no así las regalías.

- ❑ Mejora de caminos de acceso a la huella del Proyecto (TRA-1)

  Impacto positivo y moderado, durante esta fase disminuyen las actividades de mantenimiento debido a que disminuyen las operaciones.

- ❑ Incremento del tráfico vehicular (TRA-2)

  Impacto negativo y moderado

- ❑ Recuperación del paisaje (PAT-3)

Impacto de carácter positivo y moderado, ya que el paisaje gradualmente buscará llegar a un aspecto de mejoría visual y mejoramiento estético y ambiental del entorno inicial, adicionalmente se logrará crear una mejor conectividad boscosa.

- ❑ Incremento de la incidencia de vectores biológicos (SAL-1)

Impacto negativo y moderado Este impacto relacionado a la actividad de disposición de desechos sólidos y líquidos que podrían atraer vectores como roedores o insectos perjudiciales para la salud de los trabajadores.

- ❑ Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Impacto moderado y negativo

Durante esta fase se podrían presentar los siguientes problemas a la salud de los trabajadores: afecciones respiratorias debido a períodos prolongados de exposición a gases contaminantes, provenientes de equipo de combustión interna y/o de partículas de polvo (menos de 10 micras),así como enfermedades gastrointestinales por la ingestión de aguas de mala calidad y/o alimentos contaminados. Sin embargo, no se anticipa que durante la etapa de cierre aun y cuando se realicen

actividades de lavado de piletas se ocasionen impactos significativos sobre la salud de los trabajadores.

9.2.4 *Etapa post cierre*

De acuerdo con la metodología presentada en la Sección 9.3, se generaron los siguientes resultados.

9.2.4.1 Identificación de las actividades principales.

Siguiendo la metodología de identificación de impactos, se subdividió a cada etapa del Proyecto en actividades principales. Para esta tarea se partió de la información presentada en la Sección 5.0 (Descripción del proyecto). Las actividades se presentan en la Tabla 9.2.4-1. Se generó así un listado de 5 actividades.

Tabla 9.2.4-1: Actividades principales identificadas durante la etapa de Post Cierre

Número	Actividad
1	Estabilización física de materiales (bancos en tajos, botadero, tajo y canteras)
2	Estabilización química de materiales (pilas de lixiviación, solución en pozas, botadero)
3	Nivelación de superficies
4	Revegetación
5	Monitoreo post-cierre

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.4.2 Identificación de los sistemas, subsistemas y factores ambientales

Continuando con la metodología, se identificaron 16 subcomponentes ambientales o ecosistémicos. El componente físico se subdividió en seis subcomponentes. El componente biológico en cuatro subcomponentes. Finalmente, el componente socioeconómico se subdividió en seis subcomponentes (Tabla 9.2.4-2).

Tabla 9.2.4-2: Subcomponentes ambientales

Número	Subcomponente ambiental
Componente físico	
1	Aire
2	Ruido y/o vibraciones
3	Geomorfología y geodinámica
4	Suelo
5	Agua superficial
6	Agua subterránea
Componente biológico	
7	Flora
8	Fauna

1001
1002

Número	Subcomponente ambiental
9	Vida acuática
10	Ecosistemas
Componente socioeconómico	
11	Población
12	Capacitación y empleo
13	Administración pública
14	Transporte y comunicaciones
15	Patrimonio cultural y paisaje
16	Salud y seguridad

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

9.2.4.3 Identificación de los impactos ambientales.

Tabla 9.2.4-3: Matriz de interacción

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterránea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
POST CIERRE																	
1	Estabilización física de materiales	•	•		•	•	•		•								•
2	Estabilización química de materiales	•	•		•	•	•		•								•
3	Nivelación de superficies	•	•	•	•	•	•		•							•	•
4	Revegetación	•	•		•	•	•	•	•		•					•	•
5	Monitoreo post-cierre	•	•		•	•	•		•								•

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2016

9.2.4.4 Identificación y valoración de impatos

Tabla 9.2.4-4: Impactos ambientales

Componente ambiental	Subcomponente ambiental	Código	Impacto
Físico	Aire	AIR-1	Contaminación del aire por combustión
		AIR-4	Generación de malos olores
		AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado
		AIR-6	Purificación del aire
	Ruido y vibraciones	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros
		RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones
	Geomorfologia y geodinamica	GEO-2	Estabilización de taludes
	Suelo	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos
		SUE-5	Disminución de la erosión
	Agua Superficial	SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos
		SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos
	Agua Subterranea	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos
		SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos
Biologicos	Flora	FLO-2	Incremento del número de individuos de flora
	Fauna	FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés
	Ecosistemas	ECO-3	Recuperación de la conectividad del hábitat
		ECO-4	Recuperación de unidades de vegetación
Socioeconomicos	Patrimonio cultural y paisaje	PAT-3	Recuperación del paisaje
	Salud y seguridad	SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

Tabla 9.2.4-5: Matriz de impactos de la etapa de post cierre

Etapa / Actividad		Componente físico						Componente biológico				Componente socioeconómico					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Aire	Ruido y/o vibraciones	Geomorfología y geodinámica	Suelo	Agua superficial	Agua subterranea	Flora	Fauna	Vida acuática	Ecosistemas	Población	Capacitación y empleo	Administración pública	Transporte y comunicaciones	Patrimonio cultural y paisaje	Salud y seguridad
POST CIERRE																	
1	Estabilización física de materiales	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2
2	Estabilización química de materiales	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-4	SUP-3 SUP-4	SUB-2 SUB-3		FAU-3								SAL-2
3	Nivelación de superficies	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1 RYV-2	GEO-2	SUE-2 SUE-5	SUP-3 SUP-5	SUB-2		FAU-3							PAT-3	SAL-2
4	Revegetación	AIR-1 AIR-4 AIR-5 AIR-6	RYV-1		SUE-2 SUE-5	SUP-3	SUB-2	FLO-2	FAU-3		ECO-3 ECO-4					PAT-3	SAL-2
5	Monitoreo post-cierre	AIR-1 AIR-4 AIR-5	RYV-1		SUE-2	SUP-3	SUB-2		FAU-3								SAL-2

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

1004
1005

9.2.4.5 Descripción de los impactos identificados

- **Impactos al componente físico**

Para el componente físico se hallaron 15 impactos potenciales.

- **Impactos al subcomponente aire**

Se identificaron cuatro impactos potenciales que inciden sobre el subcomponente aire.

9.2.4.5.1 Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

Consiste en la alteración de la calidad del aire por la liberación de gases como SO_2, NO_x, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ de fuentes como tubos de escape de vehículos (ligeros, de transporte de carga o de personas y maquinaria pesada).

9.2.4.5.2 Generación de malos olores (AIR-4)

Impacto sobre la percepción de los olores relacionado principalmente con la emisión de gases con algún grado de toxicidad o de combustión. Pueden deberse a actividades como voladuras, manejo de vehículos, almacén de combustible, generación de residuos sólidos y líquidos, entre otros.

9.2.4.5.3 Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

Generado potencialmente por la movilización vehicular sobre carreteras afirmadas, movimiento de suelo y vegetación, voladuras, liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, entre otros.

9.2.4.5.4 Purificación del aire (AIR-6)

Impacto generado principalmente por el cese de operaciones del patio de lixiviados y de las piletas de lixiviación así como también de las operaciones de refinación del mineral así como también por las operaciones de cierre.

- **Impactos al subcomponente ruido y vibraciones**

Se identificaron dos impactos potenciales para este subcomponente.

9.2.4.5.5 Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

Este impacto se evalúa las fuentes emisoras fijas y móviles de ruido Lo genera la movilización de vehículos desde ligeros hasta maquinaria pesada, las labores de construcción, movilización y triturado del mineral, voladuras, etc.

9.2.4.5.6 Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

Este impacto se genera durante las tres etapas del Proyecto (con menor intensidad en el cierre/post cierre) ya que considera las tareas de movilización vehicular (especialmente vehículos pesados), voladuras o el funcionamiento de maquinaria como las trituradoras.

- **Impactos al subcomponente geomorfología y geodinámica**

Bajo este subcomponente identificamos un solo impacto potencial, de carácter negativo.

- *Estabilización de taludes (GEO-2)*

Este impacto se genera cuando se procede a estabilizar taludes de los tajos y suavizar sus pendientes para dar inicio a la las labores de revegetación y durante las operaciones de nivelación de los talues del HLF y WRD que inician durante el cierre del proyecto.

- **Impactos al subcomponente suelo**

Para el subcomponente suelo se identificaron tres impactos potenciales. Todos de carácter negativo.

9.2.4.5.7 Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

Se genera principalmente por vertidos accidentales de aceites grasas e hidrocarburos desde sus puntos de almacenaje, durante su transporte (transportados o empleados para el funcionamiento de vehículos) o hasta los puntos o maquinaria de destino.

9.2.4.5.8 Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

Este impacto potencial se identifica para la etapa de cierre/post cierre contemplando posibles liberaciones de contaminantes durante las labores de estabilización química de materiales.

9.2.4.5.9 Disminución de la erosión (SUE-5)

Impacto relacionado con cese de las actividades de minado y de proceso de lixiviación. Se presenta una disminución significativa de la sedimentación y de la erosión ya que no existen actividades erosivas relacionadas con el pos cierre.

- **Impactos al subcomponente agua superficial**

Sobre este subcomponente se determinaron tres impactos potenciales

9.2.4.5.10 Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

Impacto que pudiera originarse de manera accidental por la liberación de aceites, grasas e hidrocarburos durante el funcionamiento de las maquinarias o durante el transporte vehicular (desde el punto de abastecimiento haya el sitio de destino); en áreas cercanas a quebradas o al río Quema.

9.2.4.5.11 Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

Este impacto potencial para la etapa de cierre/post cierre contemplando posibles liberaciones de contaminantes durante las labores de estabilización química de materiales. Generado de manera accidental en áreas cercanas a cuerpos de agua.

9.2.4.5.12 Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

Generado por el levantamiento de vegetación, movilización de tierras, estructuras, escombros, material orgánico e inerte, funcionamiento de maquinaria o liberación de partículas en áreas de ubicación de cemento, arena, cal, que pudieran tener contacto con cuerpos de agua como las quebradas cercanas a las facilidades mineras.

- **Impactos al subcomponente agua subterránea.**

Para este subcomponente se identificaron dos impactos

9.2.4.5.13 Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hidrocarburos (SUB-2)

Impacto causado por derrames accidentales al suelo (filtración) o cerca de manantiales naturales, de aceites, grasas e hidrocarburos empleados para los procesos o movilización de vehículos,

9.2.4.5.14 Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)

Este impacto durante los trabajos de estabilización química de materiales en la etapa de cierre/post cierre.

- **Impactos al componente biológico**

Para el componente biológico se hallaron cuatro impactos potenciales.

- **Impactos al subcomponente flora**

Para este subcomponente se identificó un solo impacto de carácter negativo.

9.2.4.5.15 Incremento del número de individuos de flora (FLO-2)

Impacto relacionado con la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto

- **Impactos al subcomponente fauna**

Para este subcomponente se identificaron tres impactos.

9.2.4.5.16 Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)

Impacto de carácter accidental debido a la presencia o ingreso de fauna en alguna categoría de protección por el Estado, sea por su condición de especie amenazada, de interés comercial o endemismo.

- **Impactos al componente ecosistemas**

9.2.4.5.17 Recuperación de la conectividad del hábitat (ECO-3)

Impacto relacionado con la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto

9.2.4.5.18 Recuperación de unidades de vegetación (ECO-4)

Impacto relacionado con la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto

- **Impactos al componente socioeconómico**
- **Patrimonio cultural y paisaje**

Se identifican para este subcomponente un solo impacto potencial.

9.2.4.5.19 Recuperación de paisaje (PAT-3)

Impacto relacionado con la recuperación de áreas donde se había removido cobertura vegetal producto de las actividades de operación del proyecto y por el cese de la operación de minado y recubrimiento del HLF y WRD.

- **Salud y seguridad**

Para este subcomponente se identifica un impacto potencial.

9.2.4.5.20 Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)

Este impacto potencial es identificado debido a que durante el desarrollo de las etapas del Proyecto existe una serie de riesgos inherentes a las tareas y al ambiente húmedo tropical del país. Podemos considerar la exposición a material particulado o polvo, sustancias químicas trabajos de excavación, en caliente, climas adversos, resbalones en terrenos accidentados o lodosos, vectores biológicos, encuentros accidentados con fauna silvestre (serpientes), etc.

9.2.4.6 Evaluación de impactos

De los 21 impactos potenciales, se llegaron a determinar 15 impactos como negativos y 6 como positivos.

Tabla 9.2.4-6: Valoración de impactos de la etapa de post cierre

Etapa	Código	Impacto	Criterios de valoración											VI	Clasificación
			CA	GR	EX	SI	DU	EF	RI	AC	RC	RV	IM		
Cierre/post cierr	AIR-1	Contaminación del aire por combustión	-1	1	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 34.0	Moderado
Cierre/post cierr	AIR-4	Generación de malos olores	-1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	- 27.0	Bajo
Cierre/post cierr	AIR-5	Incremento de la concentración de material particulado	-1	2	2	4	1	4	8	4	1	1	4	- 37.0	Moderado
Cierre/post cierr	AIR-6	Purificación del aire	-1	4	2	4	4	1	8	4	1	4	4	- 46.0	Moderado
Cierre/post cierr	RYV-1	Incremento de los niveles sonoros	1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	4	+ 24.0	Bajo
Cierre/post cierr	RYV-2	Incremento del nivel de vibraciones	-1	1	2	4	1	4	1	1	1	1	4	- 24.0	Bajo
Cierre/post cierr	GEO-2	Estabilización de taludes	-1	1	1	4	4	4	8	4	1	4	1	- 35.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUE-2	Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos	1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	+ 27.0	Bajo
Cierre/post cierr	SUE-4	Contaminación del suelo por materiales peligrosos	-1	1	1	4	1	1	2	4	4	1	1	- 33.0	Bajo
Cierre/post cierr	SUE-5	Disminución de la erosión	-1	4	2	4	4	1	8	4	1	2	1	- 41.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUP-3	Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidro	-1	8	4	4	1	1	1	4	2	1	4	- 50.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUP-4	Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos	1	4	4	4	1	1	1	4	1	1	4	+ 37.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUP-5	Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos	1	1	4	4	1	4	1	4	1	1	4	+ 31.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUB-2	Contaminación de agua subterránea por aceites, grasas e hid	-1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	- 43.0	Moderado
Cierre/post cierr	SUB-3	Contaminación de agua subterránea por materiales peligroso	-1	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	- 43.0	Moderado
Cierre/post cierr	FLO-2	Incremento del número de individuos de flora	-1	8	2	4	4	4	8	4	2	2	1	- 57.0	Alto
Cierre/post cierr	FAU-3	Muerte o lesión de especies de fauna de interés	-1	2	4	2	1	1	2	1	4	4	4	- 33.0	Moderado
Cierre/post cierr	ECO-3	Recuperación de la conectividad del hábitat	1	8	4	4	4	4	4	4	1	2	1	+ 56.0	Alto
Cierre/post cierr	ECO-4	Recuperación de unidades de vegetación	1	8	4	4	4	4	4	4	4	2	1	+ 59.0	Alto
Cierre/post cierr	PAT-3	Recuperación del paisaje	-1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	- 48.0	Moderado
Cierre/post cierr	SAL-2	Afectación de la salud de los trabajadores	-1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	4	- 32.0	Bajo

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014

- Contaminación del aire por combustión (AIR-1)

  Impacto negativo moderado debido al alto riesgo de ocurrencia, bajo grado de perturbación, extensa área de influencia, duración temporal, efecto directo entre otros, y disminuye a un mínimo de 25 camionetas pickup entrando saliendo del proyecto durante el post cierre
- Generación de malos olores (AIR-4)

  Impacto negativo bajo.
- Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5)

  Impacto negativo moderado
- Purificación del aire (AIR-6)

  Impacto negativo moderado
- Incremento de los niveles sonoros (RYV-1)

  Positivo bajo debido al cese de todas las operaciones de minado del proyecto y del proceso de lixiviación
- Incremento del nivel de vibraciones (RYV-2)

  Negativo bajo debido al cese de todas las operaciones de minado del proyecto y del proceso de lixiviación
- Estabilización de taludes (GEO-2)

  Negativo moderado, ya que aunque se estabilicen los taludes de las pe
- Contaminación del suelo por aceites, grasas e hidrocarburos (SUE-2)

  Positivo bajo
- Contaminación del suelo por materiales peligrosos (SUE-4)

  Negativo bajo
- Disminución de la erosión (SUE-5)

  Negativo moderado
- Contaminación de agua superficial por aceites, grasas e hidrocarburos (SUP-3)

  Negativo moderado
- Contaminación de agua superficial por materiales peligrosos (SUP-4)

  Negativo moderado
- Contaminación de agua superficial por transporte de sólidos suspendidos (SUP-5)

  Negativo moderado

- ❑ Contaminación de agua subterránea por materiales peligrosos (SUB-3)
  Negativo moderado
- ❑ Incremento del número de individuos de flora (FLO-2)
  Negativo alto
- ❑ Muerte o lesión de especies de fauna de interés (FAU-3)
  Negativo moderado
- ❑ Recuperación de la conectividad del hábitat (ECO-3)
  Positivo alto
- ❑ Recuperación de unidades de vegetación (ECO-4)
  Positivo alto
- ❑ Recuperación de paisaje(PAT-3)
  Negativo moderado
- ❑ Alteración de la salud de los trabajadores (SAL-2)
  Negativo bajo

9.3 METODOLOGÍAS USADAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Las metodologías utilizadas para la identificación y evaluación de impactos en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto minero Cerro Quema, fueron seleccionadas en fución de: a) la naturaleza de la acción emprendida; b) las variables ambientales afectadas; y c) las características ambientales del área de influencia involucrada.

Estas metodologías logran identificar la interacción entre las actividades de las cuatros fases del Proyecto (construcción, operación, cierre y post-cierre) y los subcomponentes de los tres sumcomponentes ambientales o ecosistémicos (físico, biológico y socioeconómico).

Además las metodologías permiten evaluar y jerarquizar los impactos en función de la relevancia de sus efectos sobre estos componentes.

9.3.1 Metodología para la identificación de impactos

Para la identificación de impactos se siguió una secuencia de pasos ordenados que se presentan a continuación:

Paso 1

El primer paso consistió en la identificación de las actividades principales dentro de cada una de las fases del Proyecto (construcción, operación y cierre/post-cierre). A cada actividad se le asignó un número secuencial, de manera continua a través de las tres fases.

Paso 2

El segundo paso consistió en el desgloce de los tres componentes ambientales (físico, biológico y socioeconómico) en subcomponentes. Ello se realizó a través del concenso de los especialistas que participaron en la elaboración de este estudio. Se identificaron los subcomponentes potencialmente alterados por el desarrollo del Proyecto.

Paso 3

En el tercer paso se construyó la matriz de interacción, en la cual se ubican en las filas a la totalidad de actividades identificadas y en las columnas a los subcomponentes ambientales.

El equipo de especialistas identificó en dicha matriz la existencia de interacción entre cada actividad (agente de presión sobre el ambiente) y cada subcomponente (agente receptor de la presión). En cada celda de la matriz o cruce de interacción se colocó un símbolo "•" si se observaba una interacción directa, indirecta, perjudicial o benéfica hacia el componente ambiental. La celda se dejaba en blanco cuando el equipo de especialilstas no indentificaba alguna interacción directa entre actividad y subcomponente.

Paso 4

En el cuarto paso se realiza la identificación de los impactos propiamente dicha. El equipo de especialistas evaluó cada interacción, describiendo los efectos o cambios generados, asignándole un nombre a cada uno. Estos

son los impactos ambientales. Cada impacto fue codificado con tres siglas representativas del subcomponente ambiental sobre el que inciden y un número secuencial interno dentro de cada subcomponente.

9.3.2 *Metodología para la evaluación de impactos*

Para la evaluación y valoración de impactos se aplicó una modificación de la metodología de Conesa (1995; en Lago, 2004), la cual permite jerarquizar y categorizar los impactos en función a nueve criterios de valoración del impacto que ejercen sobre un componente ambiental dado.

Esta valoración tuvo como base la línea base ambiental (descripción de los ambientes físico, biológico y socioeconómico) y la descripción de las actividades del Proyecto. La valoración cuantitativa del impacto consideró la evaluación de los impactos en un análisis matricial para la calificación de nueve criterios de valoración cuantitativa y dos criterios de valoración cualitativa. Dentro de los primeros nueve criterios tenemos: grado de perturbación del impacto; extensión del área; sinergia; duración; riesgo de ocurrencia; acumulación; recuperabilidad; reversibilidad; e importancia ambiental. Dentro de los criterios de valoración cualitativa tenemos: carácter del impacto y efecto. En la Tabla 9.3-1 se aprecia la descripción de cada criterio.

Tabla 9.3.2-1: Criterios de valoración de impactos

	Criterios de valoración	Valor	Clasificación	Impacto
(CA)	**Carácter del impacto**			
	Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) del impacto que va a incidir sobre el componente ambiental	(+)	Positivo	Genera beneficios
		(-)	Negativo	Deteriora el componente ambiental
		(+/-)	Neutro	Las condiciones existentes se mantienen
(GP)	**Grado de perturbación**			
	Representa la cuantía o el grado de incidencia del impacto sobre el elemento en el ámbito específico en que actúa	(1)	Baja	Afectación mínima
		(2)	Media	Afectación media
		(4)	Alta	Afectación alta
		(8)	Muy alta	Afectación muy alta
		(12)	Total	Destrucción total del elemento
(EX)	**Extensión del área**			
	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del Proyecto	(1)	Puntual	Efecto muy localizado en el AID
		(2)	Parcial	Incidencia apreciable en el AID
		(4)	Extenso	Afecta una parte del AII

	Criterios de valoración	Valor	Clasificación	Impacto
		(8)	Total	Generalizado en todo el AII
		(12)	Crítico	El impacto se produce en una situación crítica
(SI)	**Sinergia**			
	Reforzamiento de dos o más efectos simples, que generan efectos sucesivos y relacionados, y que acentúan las consecuencias del impacto analizado	(1)	No sinérgico	Cuando un impacto no incide en otros impactos que actúan sobre un mismo elemento
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(DU)	**Duración**			
	Refleja el tiempo en que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición	(1)	Temporal	No más de un año
		(2)	Persistencia media	Más de un año o durante la vida útil del Proyecto
		(4)	Permanente	Persiste luego de la vida útil del Proyecto
(EF)	**Efecto**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un elemento como consecuencia de una actividad. Expresa la relación causa-efecto de manera directa o indirecta	(4)	Directo	Su efecto tiene una incidencia inmediata y directa sobre algún elemento ambiental
		(1)	Indirecto	Su manifestación no es directa de la actividad, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una actividad de segundo orden
(RO)	**Riesgo de Ocurrencia**			
	Característica que indica la probabilidad de que se manifieste un efecto en el ambiente	(1)	Improbable	Existen bajas expectativas que se manifieste el impacto
		(2)	Probable	Es posible que se manifieste el impacto
		(4)	Muy probable	Existen altas expectativas de que se manifieste el impacto
		(8)	Seguro	Impacto con 100% de probabilidad de ocurrencia
(AC)	**Acumulación**			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progesivo de la manifestación del efecto cuando la acción que lo genera persiste de forma continuada o reiterada	(1)	Simple	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo elemento ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la sinergia
		(4)	Acumulativo	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo, la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad
(RC)	**Recuperabilidad**			

	Criterios de valoración	Valor	Clasificación	Impacto
	Posibilidad de introducir medidas correctivas, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del elemento afectado como consecuencia del Proyecto. Es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana	(1)	Recuperación a corto plazo	Recuperación de las condiciones iniciales en menos de un año
		(2)	Recuperación a mediano plazo	Recuperación de las condiciones iniciales entre uno y 10 años
		(4)	Mitigable	El elemento puede recuperarse, pero parcialmente
		(8)	Irrecuperable	Calidad del elemento imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana
(RV)	**Reversibilidad**			
	Poosibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteracion puede ser asimilada por el entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la accion por medios naturales	(1)	Corto plazo	Retorno a las condiciones iniciales en menos de un año
		(2)	Mediano plazo	Retorno a las condiciones iniciales entre uno y 10 años
		(4)	Irreversible	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un período mayor de 10 años
(IM)	**Importancia ambiental**			
	Cantidad y calidad del recurso afectado	(1)	Baja	El efecto se manifiesta sobre un recurso de poca extensión y pobre calidad
		(2)	Media	El efecto se manifiesta sobre un recurso de regular extención y moderada calidad
		(3)	Alta	El efecto se manifiesta sobre un recurso de gran extensión y gran calidad

Fuente: Modificado de Lago (2004)

Se genera entonces la matriz de valoración de impactos para cada una de las tres etapas del Proyecto (construcción, operación y cierre/post cierre). En el eje de las filas se ubican los impactos, y en eje de las columnas se ubican los criterios de valoración. Las últimas dos columnas son asignadas para el resultado final de la valoración de cada impacto, o significancia del impacto (empleando la ecuación que se presenta a continuación); y, la clasificación del impacto. Dentro de la matriz (en las celdas de interacción entre impactos y criterios) se colocan los valores que califican cuantitativamente a cada impacto, según el criterio evaluado.

La valoración o significancia de cada impacto, refleja el nivel de alteración de un componente ambiental; el cambio del estado del componente descrito en la línea

base luego de recibir los efectos del impacto. El valor numérico se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$SF = 3 \cdot GR + 2 \cdot EX + SI + DU + EF + RI + AC + RC + RV + IM$$

Los valores que puede tomar SF oscilan entre 13 y 100. La clasificación de un impacto responde a esta valoración final, la cual categoriza el impacto en los cuatro niveles que se presentan en la Tabla 9.3-2-2, sea la significancia baja, moderada, alta o muy alta.

Tabla 9.3.2-2: Categorías de la significancia del impacto

Significancia del impacto	Sigla	Rango de valoración del impacto
Significancia baja	(B)	La valoración es menor o igual que 35
Significancia moderada	(M)	La valoración es mayor que 35 pero menor o igual que 57
Significancia alta	(A)	La valoración es mayor que 57 pero menor o igual que 79
Significancia muy alta	(MA)	La valoración es mayor que 79

Fuente: Lago, 2004

9.4 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS A LA COMUNIDAD PRODUCIDOS POR EL PROYECTO

En términos generales, se sabe que la minería implica actividades que ocasionan cambios inmediatos en el medio ambiente y que sin embargo, constituye una importante fuente de riquezas que contribuye a la sostenibilidad de las comunidades cercanas, aportando incluso a la economía nacional. Todo esto desde una visualización ética del manejo de los recursos naturales, permitiendo y promoviendo la participación de los actores sociales.

Paralelamente, la minería genera una presión sobre el espacio, utilizándolo como proveedor de recursos minerales y en la mayoría de los casos lo inhabilita temporalmente para otras actividades económicas y sociales. A medida que se desarrollan las operaciones mineras, éstas pueden interferir en las demás posibilidades de aprovechamiento del espacio (Montero, 2006).

Los posibles conflictos e impactos que se puedan generar son previsibles si desde la etapa de elaboración hasta el cierre del proyecto se considera la dimensión ambiental. Así, el proyecto asigna un presupuesto para su rehabilitación, y también para la prevención y mitigación de impactos; siendo fundamental la participación de

las autoridades nacicnales, regionales y locales para garantizar el cumplimiento de los compromisos socioambientales.

Considerando lo anteriormente expuesto, y la información recopilada en los estudios de línea base, se espera que el proyecto minero Cerro Quema no genere un impacto final negativo al conjunto de las comunidades localizadas en el área de influencia. Por el contrario, se espera que beneficie a los pobladores mediante la generación de empleo en las etapas de construcción, operación y cierre/post cierre, generando además nuevas capacidades y experiencia en el personal local.

La estabilidad laboral será un impulso para los comercios locales, y, el pago por los servicios públicos así como por concepto de impuestos y permisos se debe ver reflejado en las comunidades cercanas, mejorando su calidad de vida.

A esto se suma también, una sobreestimación de los beneficios por parte de los moradores (producto de sus carencias), lo que pudiera generar un conflicto desde la comunidad hacia la empresa.

Finalmente, se concluye que, si bien existirán impactos negativos, éstos serán poco significativos debido a la embergadura y dinámica del Proyecto, y que en mayor medida éste, contribuirá al desarrollo socioeconómico de la región.

9.5 BIBLIOGRAFÍA

Conesa Fernández, V. 1995. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Lago Pérez. 2004. Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos. Empresa de Ingeniería y Proyectos del Niquel. Cuba.

López M, Manuel E. 2001. Evaluación de impacto ambiental: metodología y alcances – el método MEL-ENEL. ICAP. 143 pp.

Montero, Juan. 2006. Realidad minera y sustentabilidad en la minería. Revista Futuros No 13, Vol. IV. En línea: http://www.revistafuturos.info. Fecha de consulta: 15 de octubre de 2014).

~~1019~~ 1020

ANEXO 3.3

Estudio de Tráfico

Proyecto Minero Cerro Quema

~~1020~~
1021

SNC·LAVALIN

ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR

Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Minero Cerro Quema

Pershimco Resources, Inc.





MEDIO AMBIENTE Y AGUA

07 | 07 | 2014

INFORME > ORIGINAL
Rev. 1 > Ref. Interna I_SLP14_003 > Volume 1

CONTROL DE VERSIONES DE DOCUMENTOS

La siguiente guía de control de versiones de documentos ha sido implementada para los informes y entregables del Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Minero Cerro Quema:

- Versión Preliminar - VP1: Aplicada durante la redacción inicial del informe antes de la revisión por el Revisor Senior y por el Gerente del Proyecto. La revisión normalmente incluye revisión de la tabla de contenidos y del borrador.
- Versión Preliminar - VP2: Aplicada después de la revisión por el Revisor Senior pero antes de que haya sido aprobada por el Gerente del Proyecto.
- Versión Preliminar - VP3: Aplicada después de la revisión por el Gerente del Proyecto, listo para entrega al cliente.
- Versión Preliminar - VP4: Aplicada después de la revisión y aprobación del cliente.
- Versión Final – VF00: Versión final del documento

Por ejemplo, la versión inicial preparada por el autor es versión 1.0. Cada número de versión empieza a ´0´ y se aumenta por ´1´ después de cada adaptación. Un cambio de estado (es decir, desde la versión 1 a 2) restablece el número de la versión a ´0´.

Este informe Versión VP3.

© SNC-Lavalin Inc. 2013. Derechos reservados. Confidencial

~~1021~~ 1022

SNC·LAVALIN

TABLA DE CONTENIDO

1.0 INTRODUCCIÓN 1-1

1.1 Objetivo 1-3

1.2 Alcance 1-3

2.0 ÁREA DE ESTUDIO 2-1

3.0 METODOLOGÍA 3-1

3.1 Revisión de Información 3-1

3.2 Trabajo de Gabinete 3-1

3.3 Trabajo de Campo 3-1

3.4 Procesamiento de la Información 3-2

3.5 Análisis de Información e Información de Resultados 3-3

4.0 RESULTADOS 4-1

4.1 Condiciones Actuales de Tráfico en el Área de Estudio 4-1

4.1.1 Tráfico Vehicular Diario 4-1

4.1.2 Tráfico Horario 4-3

4.1.3 Sentido de Flujo Vehicular 4-8

4.2 Tipos de Vehículos 4-11

5.0 PROYECCIÓN DE TRÁFICO 5-1

6.0 EVALUACIÓN DE IMPACTO DE TRÁFICO 6-1

6.1 Criterio de Evaluación 6-1

6.2 Comparación 6-3

6.3 Análisis de Impacto 6-9

6.4 Mitigación 6-10

7.0 CONCLUSIONES 7-1

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

8.0 RECOMENDACIONES 8-1

9.0 REFERENCIAS 9-1

10.0GLOSARIO DE TÉRMINOS 10-1

11.0FIRMAS DEL DOCUMENTO 11-1

Lista de Tablas

Tabla 3-1: Ubicación de Puntos de Conteo de Tráfico Vehicular 3-2
Tabla 4-1: Tráfico Promedio Diario en el Área de Estudio / IMDA 4-1
Tabla 4-2: Datos de Tráfico Vehicular Horario por Punto de Conteo 4-3
Tabla 4-3: Distribución Promedio Diario de Tráfico Diurno y Nocturno 4-5
Tabla 4-4: Variación Horario Promedio por Punto 4-7
Tabla 5-1: Tasas de Crecimiento Anual para la Provincia Los Santos – Variación Porcentual 5-1
Tabla 5-2: Tasa de Crecimiento Anual – Herrera y Los Santos 5-1
Tabla 5-3: Proyección de Tráfico Vehicular por Tipo de Vehículo en cada punto de Conteo 5-2
Tabla 6-1: Criterio de Evaluación de Tráfico 6-1
Tabla 6-2: Sistema para las Consecuencias Ambientales 6-2
Tabla 6-3: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Divisa 6-4
Tabla 6-4: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Divisa 6-4
Tabla 6-5: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Villa de Los Santos 6-5
Tabla 6-6: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Villa de Los Santos 6-5
Tabla 6-7: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Macaracas 6-6
Tabla 6-8: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Macaracas 6-6
Tabla 6-9: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Río Quema 6-7
Tabla 6-10: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Río Quema 6-7
Tabla 6-11: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Plano de los Quinteros 6-8
Tabla 6-12: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Plano de los Quinteros 6-8
Tabla 6-13: Clasificación Residual de Impacto y Consecuencia Ambiental 6-9

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Lista de Figuras

Figura 1-1: Mapa de Ubicación 1-2
Figura 2-1: Ubicación de Puntos de Conteo de Tráfico Vehicular 2-2

Lista de Gráficos

Gráfico 4-1: IMDA por Punto de Conteo 4-2
Gráfico 4-2: Volumen de Vehículos Promedio Horario por Punto de Conteo - Sedán 4-4
Gráfico 4-3: Volumen de Vehículos Promedio Horario por Punto de Conteo - Buses y Camiones 4-5
Gráfico 4-4: Porcentaje de Distribución Promedio de Tráfico Vehicular Diurno y Nocturno 4-6
Gráfico 4-5: Distribución Horario de Volumen de Tráfico Promedio por Punto de Conteo 4-8
Gráfico 4-6: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Divisa 4-9
Gráfico 4-7: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Villa de Los Santos 4-9
Gráfico 4-8: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Macaracas 4-10
Gráfico 4-9: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Río Quema 4-10
Gráfico 4-10: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Plano de los Quinteros 4-11
Gráfico 4-11: Porcentaje de Distribución Promedio Diario de Tipo de Vehículos por Punto de Conteo 4-12
Gráfico 4-12: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Divisa (TR-1) 4-12
Gráfico 4-13: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Villa de Los Santos (TR-2) 4-13
Gráfico 4-14: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Macaracas (TR-3) 4-13
Gráfico 4-15: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Río Quema (TR-4) 4-14
Gráfico 4-16: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Plano de los Quinteros (TR-5) 4-14
Gráfico 5-1: Proyección de Tráfico Vehicular Anual por cada punto de Conteo 5-3

ANEXOS

Anexo A: Formato de Registro

Anexo B: Fichas de Registro por Punto de Conteo

Anexo C: Registro Fotográfico

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

1.0 INTRODUCCIÓN

La empresa Pershimco Resources Inc. (PRO), a través de su subsidiaria panameña Minera Cerro Quema, S.A. (MCQSA), la cual fue adquirida en setiembre de 2010, incluyendo los intereses y obligaciones de la misma, desarrolla el Proyecto Minero Cerro Quema (el Proyecto). Este se encuentra ubicado en la Península de Azuero, en los Distritos de Tonosí, Macaracas y Las Tablas, Provincia de Los Santos, a 110 km aproximadamente, desde la Carretera Panamericana en el desvío de Divisa y 45 km al sur-suroeste de la ciudad de Chitré, que es la ciudad más grande de la Península de Azuero (Figura 1-1).

El Proyecto se encuentra amparado bajo los Contratos No. 19, 20 y 21 de fecha 13 de febrero y marzo de 1997, celebrados entre las empresa MCQSA y El Estado, en donde se otorgan los derechos exclusivos para la extracción de minerales.

El Proyecto consiste en un yacimiento de oro que será explotado mediante el minado en dos tajos abiertos (La Pava y Quema-Quemita-Mesita), transfiriendo el mineral triturado hacia la cancha de lixiviación, para luego proceder con el regado del mineral con una solución débil, la extracción de una solución rica en mineral, el procesamiento en celdas de electrodos (electrowinning) y finalmente el proceso de fundición del oro.

En este contexto, PRO ha contratado a SNC-Lavalin Panamá S.A. (SLP) para desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental y Social (ESIA) del Proyecto, el cual incluye el presente informe como parte de los estudios de línea base.

Se prevé que los insumos y productos que se requieran y produzcan en el Proyecto, serán transportados vía terrestre, a través de las siguientes carreteras que pertenecen a la vía nacional:

- Carretera Panamericana
- Vía Doctor Belisario Porras (iniciando en el Desvío Divisa)
- Vía Tonosí (Carretera hacia Macaracas)
- Carretera Llano de Piedra - Tonosí

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial



MAPA DE UBICACION



Leyenda

- Proyecto Minero Cerro Quema
- Cabecera de Distrito
- Carretera Panamericana
- Vías Principales
- Vías Secundarias
- Límite Distrital
- Límite Provincial

ESCALA 1:180,000

Minera Cerro Quema S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

MAPA DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

	I_SLP14_001			REV. 3
DISEÑO	J.C.G.	FECHA	JUL 2014	N°: 1-1
RESPONSABLE	C.A.E.	FECHA	JUL 2014	
APROBACIÓN	E.D.A.	FECHA	JUL 2014	

1023
1024

1.1 Objetivo

El objetivo del presente informe es caracterizar las condiciones de flujo vehicular en el eje vial (carreteras públicas) a ser utilizado por el Proyecto.

1.2 Alcance

El alcance del presente informe es describir las condiciones actuales de tráfico vehicular, sobre la base de:

- información recopilada mediante el conteo vehicular en cuatro puntos predeterminados, ubicados a lo largo del eje vial que va al Proyecto, durante siete días de la semana por 24 horas continuas; e
- información sobre tráfico vehicular, proporcionada por la Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre (ATTT).

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

SNC·LAVALIN

2.0 ÁREA DE ESTUDIO

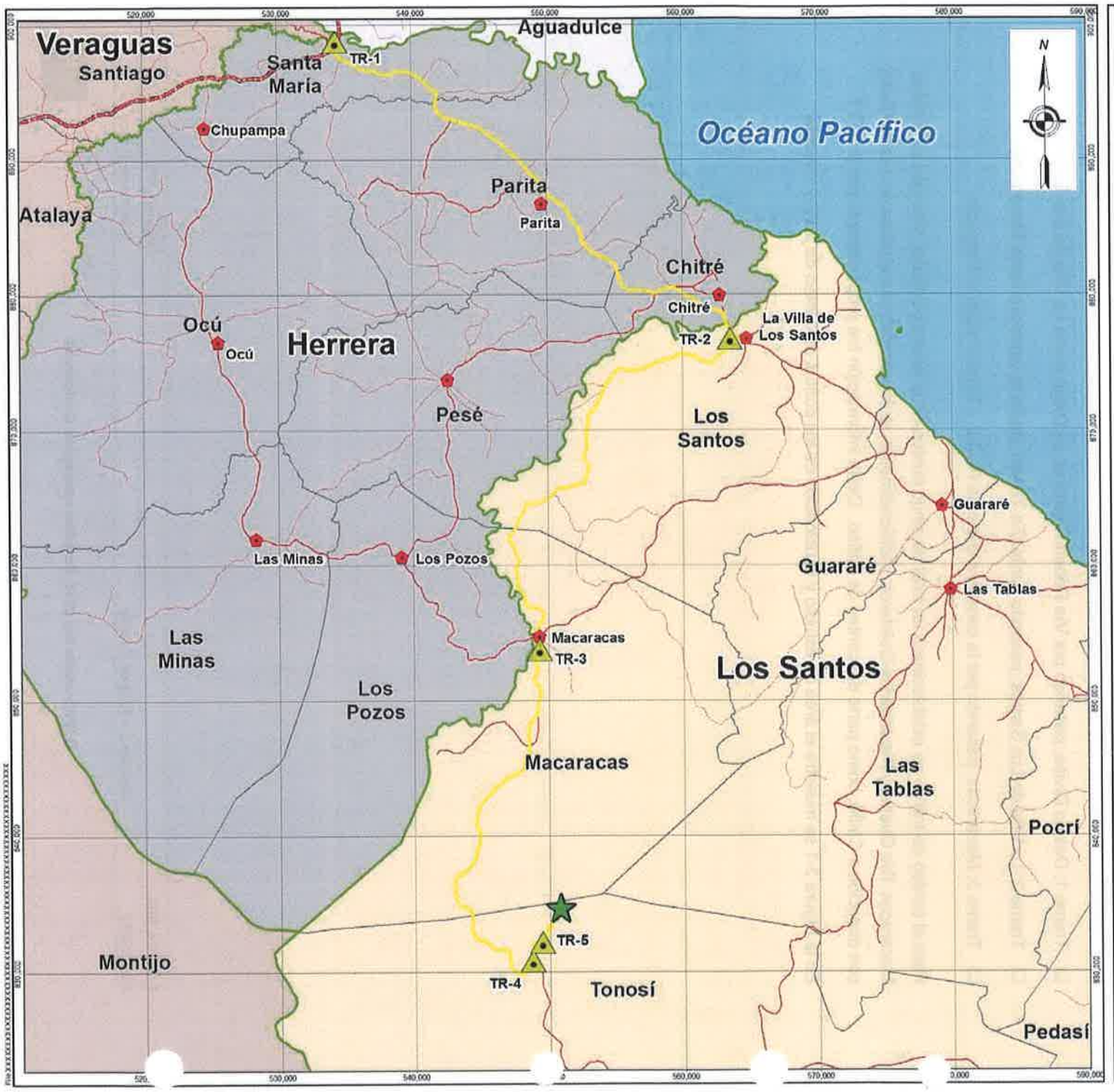
Se ha definido un área de estudio de tráfico determinada por la ruta a ser utilizada por el Proyecto, iniciando en la carretera Panamericana desde el desvío Divisa hasta llegar al Proyecto, tal como se detalla a continuación:

- Tramo 1: Desvío Divisa, pasando por Vía Roberto Ramírez de Diego hasta La Villa de Los Santos
- Tramo 2: La Villa de Los Santos, pasando por la Vía Tonosí, hasta la carretera hacia Macaracas
- Tramo 3: Macaracas, pasando por la carretera Llano de Piedra – Tonosí hasta el Proyecto

Para el conteo de tráfico se establecieron un total de cinco puntos en el área de estudio: Villa de Los Santos, Macaracas, Río Quema y Plano de los Quinteros. Adicionalmente, se ha considerado el punto de desvío Divisa con dirección a Chitré, como parte del conteo de tráfico. Dicha información fue proporcionada por la ATTT.

En la Figura 2-1 se muestra el área de estudio y la ubicación de los puntos de conteo de tráfico vehicular.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial



MAPA DE UBICACIÓN



Leyenda

- Proyecto Minero Cerro Quema
- Punto de Conteo
- Cabecera de Distrito
- Ruta hacia el Proyecto
- Carretera Panamericana
- Vías Principales
- Vías Secundarías
- Límite Distrital
- Límite Provincial

ESCALA 1:180,000

CLIENTE:	Minera Cerro Quema S.A.
PROYECTO:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA
TITULO:	MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR
CODIGO DE PROYECTO:	I_SLP14_001
REVISION:	REV. 4
DIBUJO DE:	J.C.G. — FECHA: JUL 2014
RESPONSABLE:	C.A.E. — FECHA: JUL 2014
APROBACIÓN:	E.D.A. — FECHA: JUL 2014
Nº:	2 - 1

3.0 METODOLOGÍA

La metodología aplicada para definir las condiciones actuales de tráfico en el área de estudio incluye:

- revisión de información secundaria disponible sobre tráfico vehicular en el área de estudio;
- trabajo de gabinete para planificar el trabajo de campo;
- trabajo de campo (conteo de tráfico continuo de 24 horas al día por un periodo de una semana en cada punto de conteo);
- procesamiento de datos de campo; y
- obtención de resultados.

3.1 Revisión de Información

Esta tarea incluyó la revisión de lo siguiente:

- Reglamento de Tránsito de la República de Panamá (ATTT, 2007)
- Plan de Ordenamiento Territorial para el Distrito de Chitré (MIVI, 2014)
- Información disponible, relacionada a estudios de tráfico

3.2 Trabajo de Gabinete

Esta tarea estuvo referida al diseño de formatos para el registro en campo del tráfico vehicular, tomando en consideración los tipos de vehículos de acuerdo con el Reglamento de Tránsito de la República de Panamá, aprobado mediante Decreto Ejecutivo Nº 640, de 27 de diciembre de 2006 (ATTT, 2007).

El formato de registro utilizado se adjunta en el Anexo A.

3.3 Trabajo de Campo

Esta tarea estuvo referida al conteo del tráfico vehicular. Para realizar el conteo se tuvo que definir lo siguiente:

- los puntos de conteo;
- la duración del conteo; y
- la clasificación de los vehículos por tipos.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Los puntos de conteo establecidos estuvieron ubicados en la provincia Los Santos. En la Tabla 3-1 se presentan las coordenadas UTM de ubicación de los puntos.

Tabla 3-1: Ubicación de Puntos de Conteo de Tráfico Vehicular

Punto	Código	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Norte	Este
Divisa	TR-1*	898 330	534 360
Villa de Los Santos	TR-2	877 036	564 169
Macaracas	TR-3	854 437	549 346
Río Quema	TR-4	830 414	548 448
Plano de los Quinteros	TR-5	832 353	549 407

* Información proporcionada por la ATTT.
Fuente: SNC-Lavalin Panamá S.A.

En el Anexo B se presentan las fichas de registro con los datos de cada uno de los puntos de conteo de tráfico vehicular.

La duración del conteo en todos los puntos fue de siete días y de manera continua (24 h/d). El conteo de Río Quema y Plano de los Quinteros fue realizado durante la tercera semana del mes de mayo (desde las 19:30 horas del 21 al 27 hasta las 19:30 horas) de 2014. El conteo de Villa de Los Santos y Macaracas fue realizado durante la tercera semana de junio (desde las 14:00 horas del 16 al 23 hasta las 14:00 horas) de 2014.

Adicional a los puntos de conteo mencionados anteriormente, se ha considerado la información proporcionada por la ATTT respecto al conteo de vehículos en Divisa, en el desvío hacia Chitré – Las Tablas.

Los vehículos fueron divididos en base a la clasificación de conteo utilizada por la ATTT. En tal sentido, los tipos de vehículos a considerar en el presente estudio se clasifican en:

- Sedán
- Bus
- Camión

3.4 Procesamiento de la Información

Esta tarea está referida al procesamiento de datos en MS-Excel®, donde se registran todos los vehículos por hora y día, por sentido y por tipo de vehículo, para el respectivo análisis.

Para el análisis del tráfico horario, la distribución de horas ha sido agrupada de la siguiente manera:

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Horario Diurno:

- Mañana: 06:00 h a 12:00 h.
- Tarde: 13:00 h a 17:00 h.

Horario Nocturno:

- Noche: 18:00 h a 23:00 h.
- Madrugada: 00:00 h a 05:00 h.

3.5 Análisis de Información e Información de Resultados

Luego del procesamiento de los datos obtenidos en campo, se estimó el Índice Medio Diario Anual (IMDA) que es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDA fue estimado para cada punto de conteo, así como la variación del tráfico horario y determinación del sentido del flujo vehicular.

En tal sentido, para efectos del cálculo y determinación del flujo vehicular, se empleó la metodología del IMDA, la cual responde a la siguiente fórmula:

Para conteo de siete días:

$$\mathbf{IMDA = IMDS * FCE}$$

Donde:

IMDA = Índice Medio Diario Anual

IMDS = índice Medio Diario Semanal

FCE = Factor de Corrección Estacional

El IMDS se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$IMDS = \frac{VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDsab + VDdom}{7}$$

Donde:

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

IMDS	= Índice Medio Diario Semanal
VDL1 + VDL2 + VDL5	= Volumen de tráfico registrado en días laborables
VDsab	= Volumen de tráfico registrado el día sábado
VDdom	= Volumen de tráfico registrado el día domingo

El Factor de Corrección Estacional (FCE) es un valor numérico requerido para expandir la muestra del flujo vehicular semanal realizado a un comportamiento anualizado del tránsito.

El valor de FCE se toma de registros de años anteriores al mes correspondiente, en la estación de peaje más cercana a la zona de estudio. Este factor refleja las variaciones en los volúmenes de tráfico vehicular que se dan a lo largo del año, ya sea por festividades, temporadas de lluvia, sequia, entre otros. En caso de no existir peajes en la zona de estudio (como es el caso del presente estudio), el FCE es igual a 1.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

4.0 RESULTADOS

4.1 Condiciones Actuales de Tráfico en el Área de Estudio

En el área de estudio, los sedanes son los vehículos más utilizados. En este grupo se tienen a los autos de dos y cuatro puertas, camionetas, pickup y panel.

El segundo vehículo que transita con frecuencia en el área de estudio son los buses, que son utilizados como vehículos de transporte público.

Respecto a los camiones, estos circulan con menor frecuencia en comparación con los sedanes y buses. En este grupo se incluyen a camiones, semirremolques, remolques y maquinaria pesada.

En el Anexo C, se presenta un registro fotográfico de cada punto de conteo.

4.1.1 Tráfico Vehicular Diario

En la Tabla 4-1 se presentan los resultados promedio diario por tipo de vehículo en cada punto de conteo, de acuerdo con los datos registrados durante el trabajo de campo. Los tipos de vehículos han sido agrupados en tres grandes grupos: sedán, bus y camión.

Tabla 4-1: Tráfico Promedio Diario en el Área de Estudio / IMDA

Tipo de Vehículo	Divisa* (TR-01)	Villa de Los Santos (TR-02)	Macaracas (TR-03)	Rio Quema (TR-04)	Plano de Los Quinteros (TR-05)
Sedán	6,133	18,607	1,985	342	100
Bus	170	1,131	437	54	0
Camión	755	961	143	50	9
TOTAL	**7,059**	**20,700**	**2,566**	**446**	**109**

* Este punto sólo considera los vehículos que transitan desde la Carretera Panamericana hacia Chitré y viceversa (ATTT, 2014).
Fuente: SNC-Lavalin Panamá S.A.

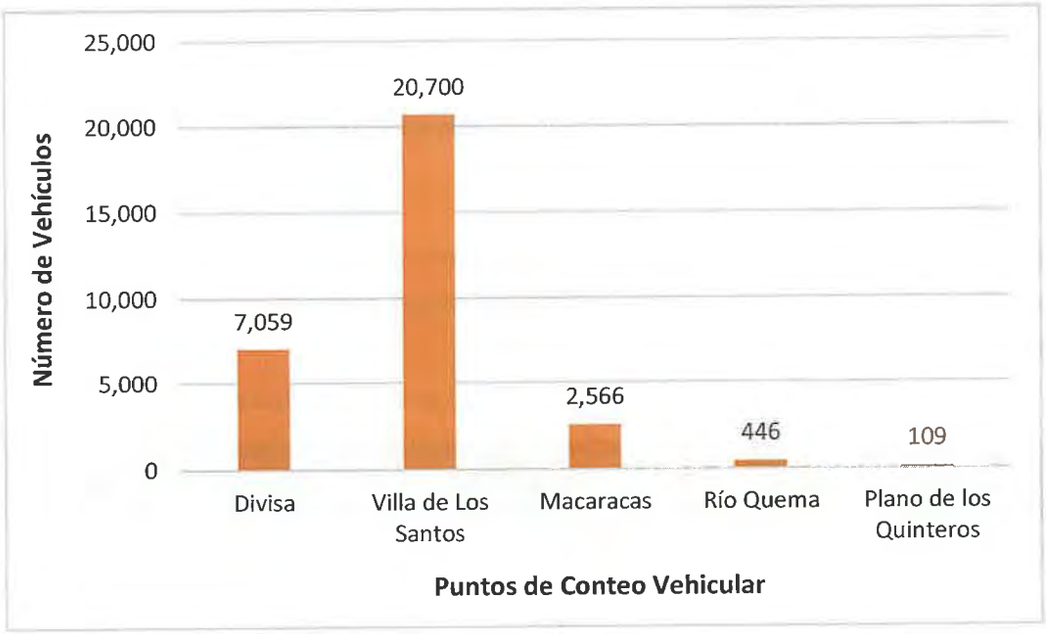
Como se puede apreciar de la Tabla 4-1, Villa de Los Santos (TR-02) es el punto más transitado en el área de estudio del Proyecto. En promedio, se tiene un total de 20,700 vehículos por día (64%), seguido de Divisa con un total de 7,059 vehículos por día (23%). En el punto Macaracas se registraron un total de 2,566 vehículos por día (8%). Los puntos Río Quema y Plano de Los Quinteros, ambos alejados de carreteras o vías principales, presentan el menor número de vehículos por día.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Para calcular el IMDA se aplica la fórmula indicada en la Sección 3.5, donde en caso de no haber un peaje en el área de estudio, su valor es 1. En tal sentido, dado que en el área de estudio no hay presencia de peajes, los valores de IMDA para cada punto de conteo corresponden al tráfico promedio diario, el cual está indicado en la Tabla 4-1.

En el Gráfico 4-1 se muestra el promedio diario de tráfico vehicular por punto de conteo, o en este caso el IMDA, que para efectos del presente estudio, es lo mismo.

Gráfico 4-1: IMDA por Punto de Conteo



El punto Villa de Los Santos, al encontrarse en una vía principal, y donde además le permite a uno tomar diferentes caminos, como por ejemplo a Macaracas, Las Tablas, el Parque, es altamente transitada y por ello presenta un IMDA elevado, en comparación con los demás puntos.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

4.1.2 Tráfico Horario

El tráfico horario se analiza principalmente porque tiene relación con el congestionamiento vehicular ocurrido en determinadas horas del día (horas pico). Las variaciones del congestionamiento (flujos pico), por lo general responden a las características y/o costumbres locales respecto del transporte de pasajeros o de carga, con horarios habituales de salida y llegada, cuyo patrón o tendencia de variación se mantiene a lo largo del año.

En la Tabla 4-2 se presentan los datos de tráfico vehicular horario por punto de conteo y por tipo de vehículo.

Tabla 4-2: Datos de Tráfico Vehicular Horario por Punto de Conteo

Puntos de Conteo	Tipo de Vehículo								
	Sedán			Bus			Camión		
	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom	Máx
Divisa	3	128	374	0	4	15	0	16	59
Villa de Los Santos	0	97	1,068	0	6	74	0	5	74
Macaracas	0	8	69	0	2	27	0	1	13
Río Quema	0	2	17	0	0	6	0	0	8
Plano de los Quinteros	0	1	13	0	0	0	0	0	6

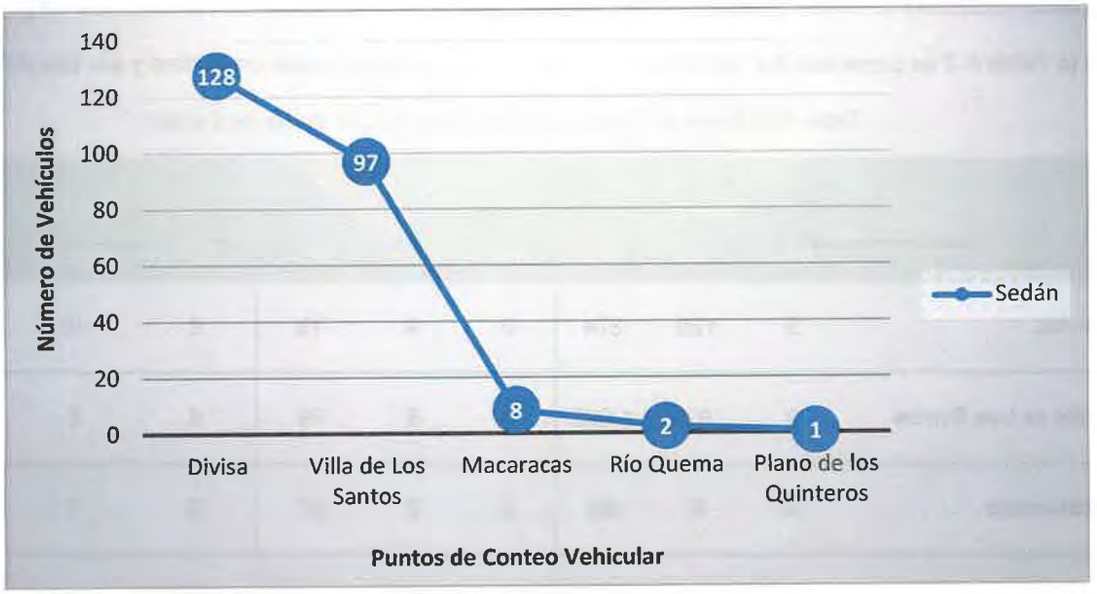
Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

En Villa de los Santos se tiene el promedio de vehículos por hora más alto, respecto a sedanes y buses, con un promedio de 97 y 6 vehículos por hora, respectivamente. Divisa presenta el promedio por hora más alto respecto a camiones, con un valor de 16 camiones por hora. Los puntos de Río Quema y Plano de los Quinteros son los más bajos, con un promedio por hora de dos y un vehículo para el caso de los sedanes, respectivamente.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

En el Gráfico 4-2 y Gráfico 4-3 se muestran los valores promedio horario por punto de conteo y por tipo de vehículo, siendo Divisa el punto que registró el mayor promedio de vehículos por hora, seguido de Villa de Los Santos. Asimismo, en ambos puntos, el tipo de vehículo más representativo son los sedanes.

Gráfico 4-2: Volumen de Vehículos Promedio Horario por Punto de Conteo - Sedán

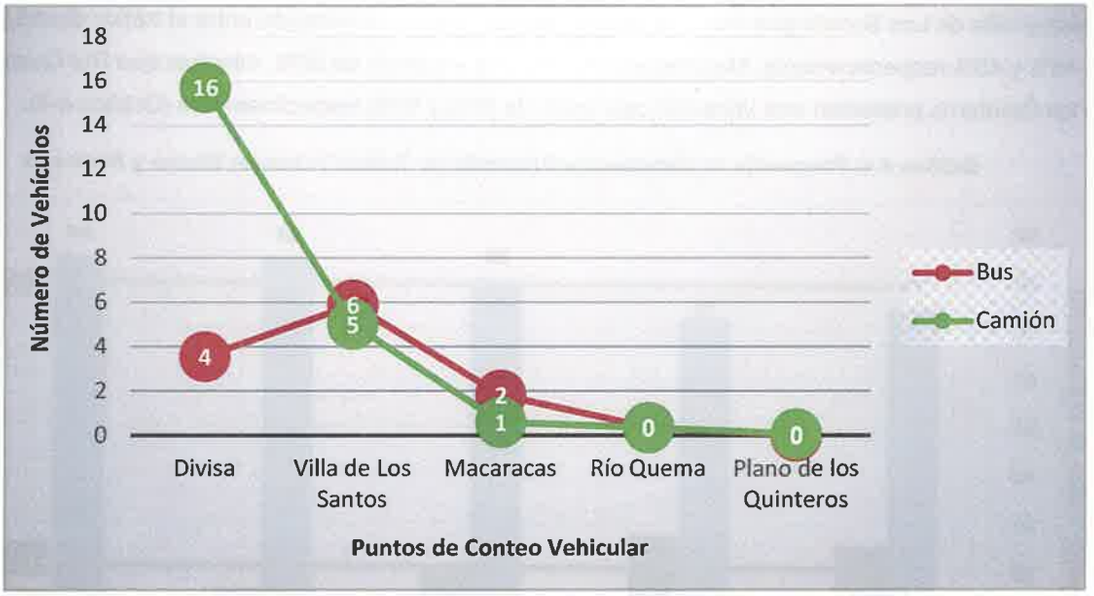


En Divisa y Villa de Los Santos, se registró el mayor número de sedanes que transitan en promedio por hora, con 54% y 41% respectivamente. Macaracas presenta en promedio, ocho sedanes por hora, seguido de Río Quema con un promedio de dos sedanes por hora. Por último se tiene a Plano de los Quinteros con un vehículo por hora, en promedio.

La ubicación de los puntos de conteo de tráfico hace evidente la importancia de la vía. Por ello, hay una diferencia marcada entre los puntos de Divisa y Villa de Los Santos, ambos ubicados en vías principales, mientras que los puntos de Macaracas, Río Quema y Plano de los Quinteros se encuentran alejados de vías principales.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-3: Volumen de Vehículos Promedio Horario por Punto de Conteo - Buses y Camiones



Respecto a la afluencia de buses, Villa de Los Santos presentó el mayor número de vehículos por hora, con un promedio de seis buses por hora. Seguido, se tiene a Divisa con un promedio de cuatro buses por hora. Al igual que para los sedanes, los puntos de Macaracas, Río Quema y Plano de los Quinteros, fueron los que presentaron el menor número de vehículos por hora, tanto para buses como para camiones.

En la Tabla 4-3 se presenta la distribución promedio diario de tráfico diurno y nocturno por punto de conteo. El horario diurno (74%) presenta mayor afluencia de vehículos que el horario nocturno (26%).

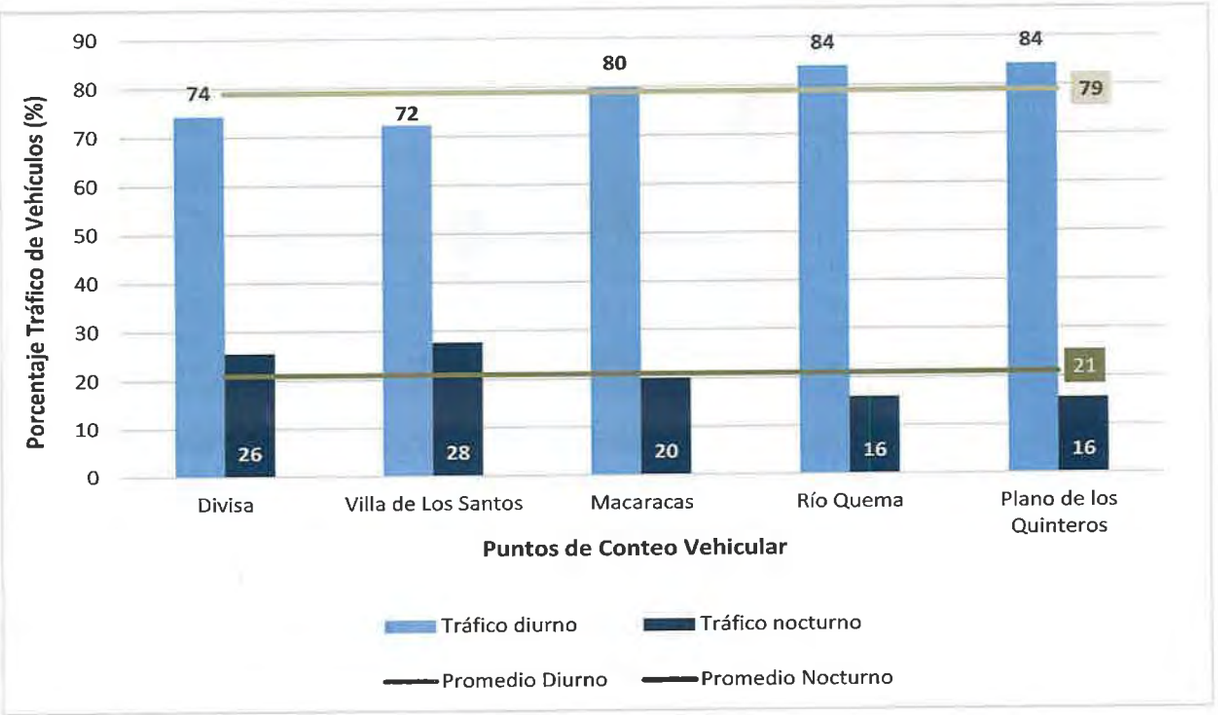
Tabla 4-3: Distribución Promedio Diario de Tráfico Diurno y Nocturno

Puntos de Conteo	Diurno	Nocturno	Total
Divisa	5,251	1,807	**7,059**
Villa de Los Santos	14,983	5,717	**20,700**
Macaracas	2,051	515	**2,566**
Río Quema	374	71	**446**
Plano de los Quinteros	92	17	**109**
TOTAL	22,751	8,127	**30,878**

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

El porcentaje de distribución promedio de tráfico vehicular diurno y nocturno, varía en cada punto de conteo. Divisa y Villa de Los Santos guardan una relación similar, siendo la variación entre el tráfico diurno y nocturno de 49% y 45% respectivamente. Macaracas presenta una variación de 60%, mientras que Río Quema y Plano de los Quinteros presentan una variación casi igual, de 68% y 69% respectivamente (Gráfico 4-4).

Gráfico 4-4: Porcentaje de Distribución Promedio de Tráfico Vehicular Diurno y Nocturno



Río Quema, así como Plan de los Quinteros presentan el porcentaje de vehículos más alto durante el día. Además, registran el mismo porcentaje de vehículos, tanto en horario diurno de 06:00 h a 18:00 h (84%) y horario nocturno (16%) de 18:00 h a 05:00 h. Macaracas es el segundo punto con un porcentaje alto de vehículos durante el día (80%) y registra un 20% durante la noche. Seguido, está Divisa con un registro de 74% de vehículos durante el día y 26% durante la noche. Por último, se tiene a Villa de Los Santos, con un 72% de vehículos durante el día y 28% durante la noche.

Durante el día el tráfico vehicular es alto, seguido de una disminución del número de vehículos muy marcada a partir del horario nocturno (18:00 h). En horas de la madrugada, el tráfico vehicular aumenta hasta llegar a un pico y luego desciende gradualmente. En la Tabla 4-4 se presentan los datos de variación horaria promedio por punto de conteo.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

~~1030~~
1031

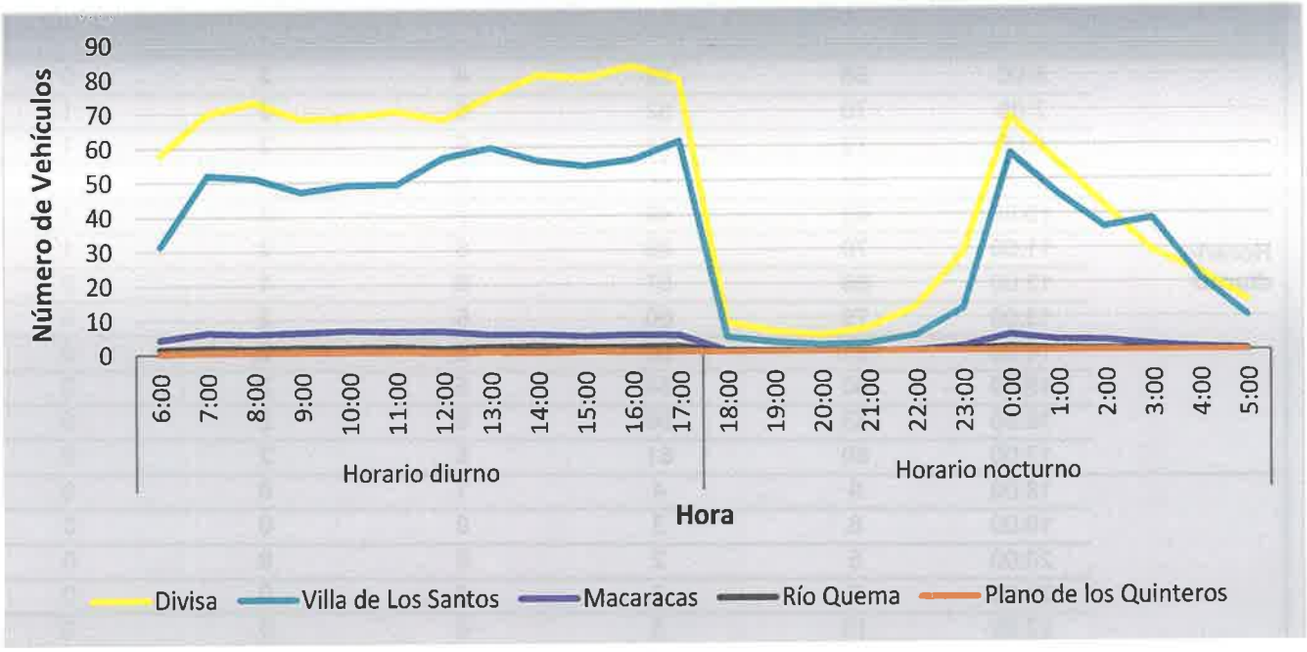
Tabla 4-4: Variación Horario Promedio por Punto

Periodo	Horario	Divisa	Villa de Los Santos	Macaracas	Río Quema	Plan de los Quinteros
Horario diurno	6:00	58	32	4	2	0
	7:00	70	52	6	2	1
	8:00	73	51	6	2	1
	9:00	68	47	6	2	1
	10:00	69	49	7	2	1
	11:00	70	49	6	2	1
	12:00	68	57	6	1	0
	13:00	75	60	6	2	0
	14:00	81	56	5	2	0
	15:00	80	54	5	2	0
	16:00	83	56	5	2	0
	17:00	80	61	5	2	0
Horario nocturno	18:00	9	4	1	0	0
	19:00	6	3	0	0	0
	20:00	5	2	0	0	0
	21:00	7	2	0	0	0
	22:00	13	5	0	0	0
	23:00	29	13	2	1	0
	0:00	68	57	5	1	0
	1:00	55	46	3	1	0
	2:00	42	36	3	1	0
	3:00	29	38	2	0	0
	4:00	23	21	1	0	0
	5:00	15	10	0	0	0

En el Gráfico 4-5 se presenta la distribución horaria de volumen de tráfico por punto de conteo.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-5: Distribución Horario de Volumen de Tráfico Promedio por Punto de Conteo



4.1.3 Sentido de Flujo Vehicular

En los Gráficos 4-6, 4-7, 4-8, 4-9 y 4-10, se muestran el número de vehículos promedio diario, por tipo de vehículos y el sentido hacia donde se desplazan, por punto de conteo. En todos los puntos, se observa que el número de vehículos que circula en un sentido es similar a los que circulan en sentido opuesto.

En el punto de Divisa, se observa mayor desplazamiento de vehículos de Chitré hacia Divisa. En el punto de Villa de Los Santos, se observa notablemente un mayor desplazamiento de vehículos sobre la vía Chitré – Las Tablas. En Macaracas, se registró un mayor desplazamiento sobre la vía Macaracas – Tonosí. En el punto de Río Quema, se observa mayor desplazamiento sobre la vía Tonosí – Macaracas. Y, en el punto de Plano de los Quinteros, ser observa un mayor desplazamiento sobre la vía Río Quema – Proyecto.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-6: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Divisa

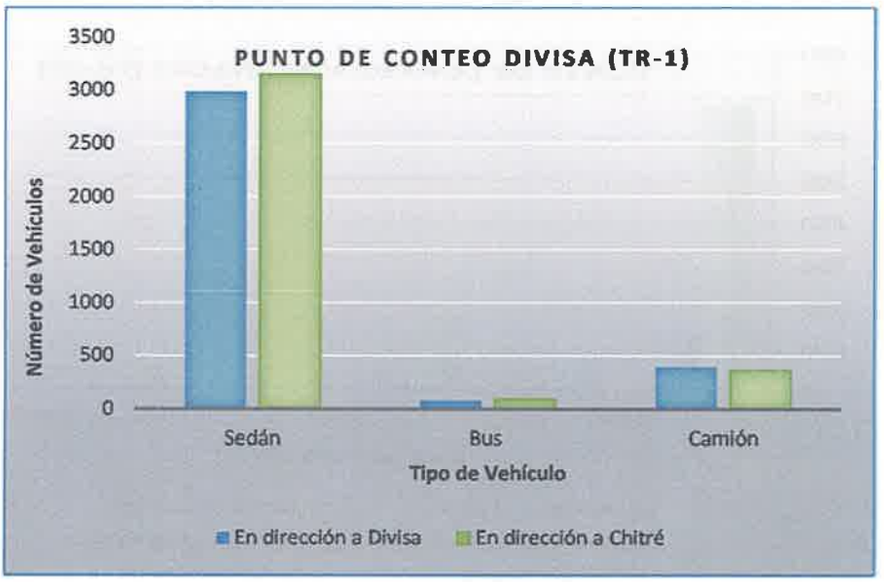
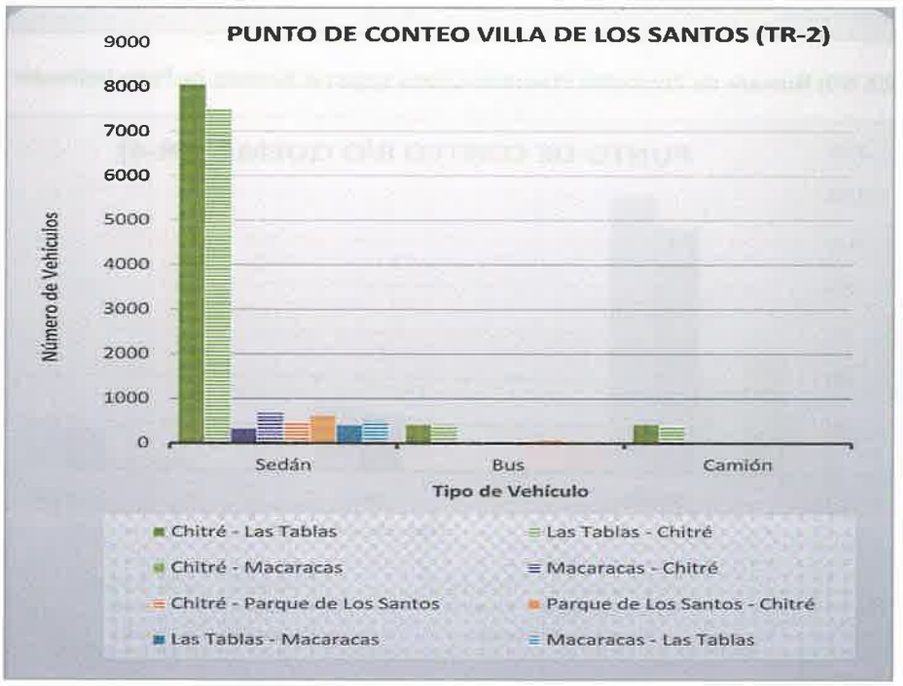


Gráfico 4-7: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Villa de Los Santos



© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-8: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Macaracas

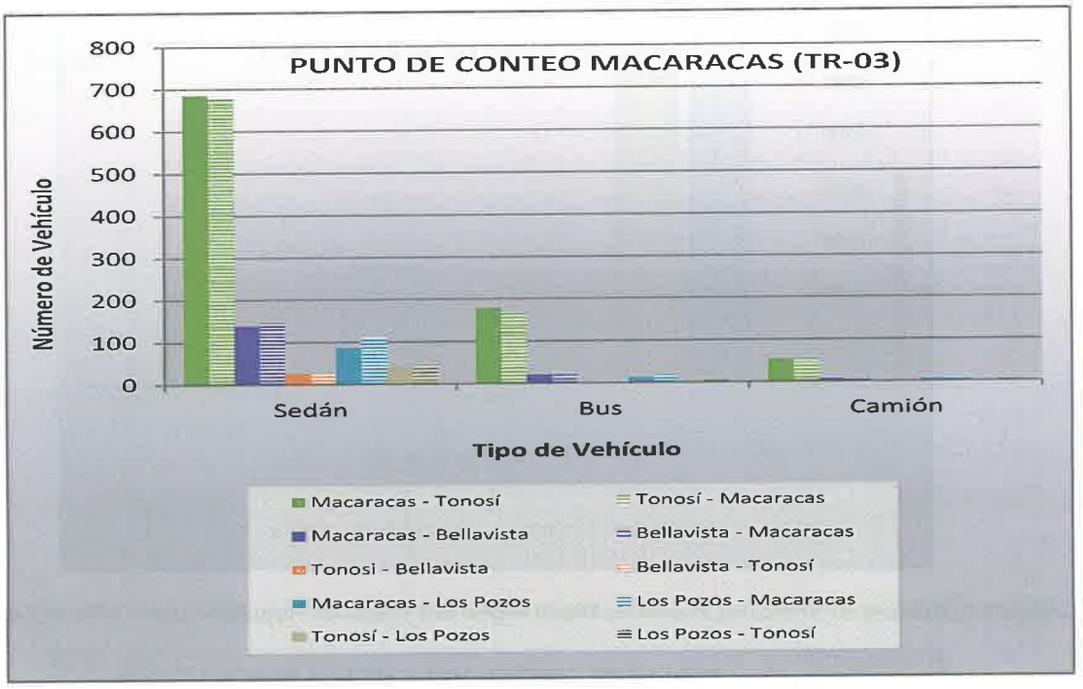
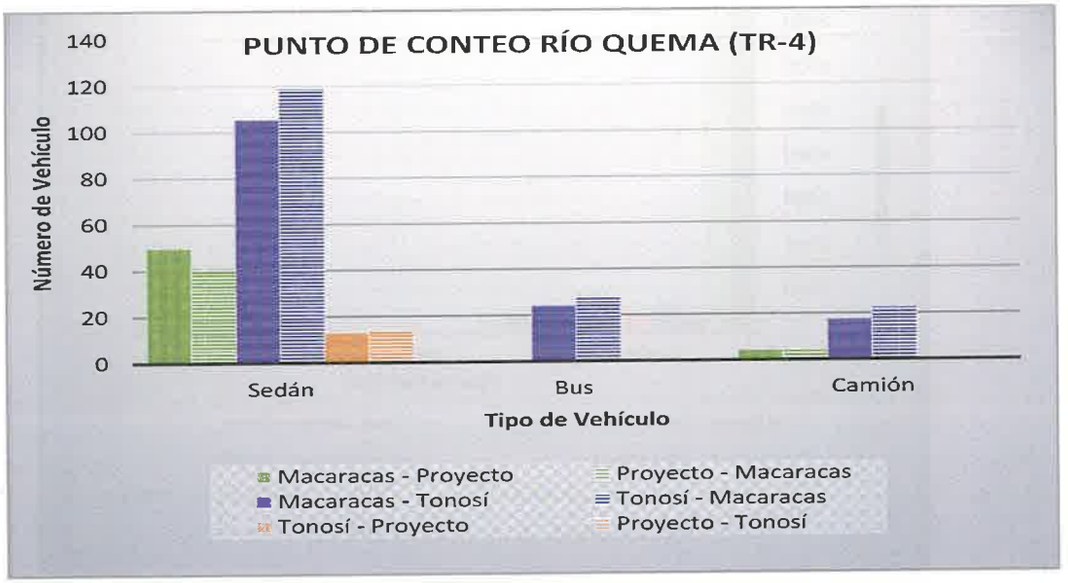
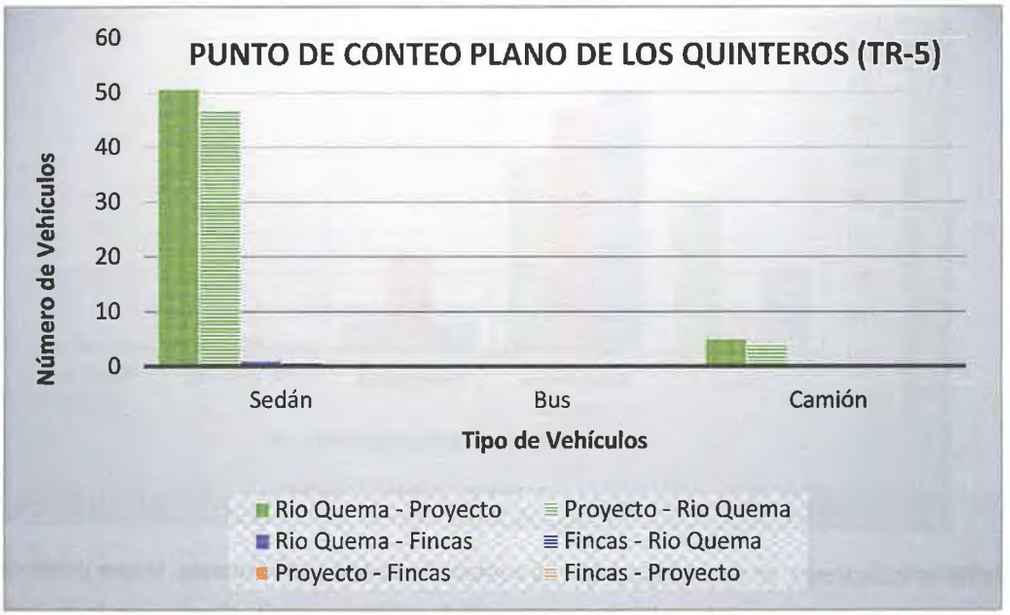


Gráfico 4-9: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Río Quema



© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-10: Número de Vehículos Promedio Diario según el Sentido de Flujo Vehicular – Plano de los Quinteros



4.2 Tipos de Vehículos

De los tipos de vehículos registrados y que transitan sobre la vía de acceso a ser utilizado por el Proyecto, se tiene un mayor desplazamiento de sedanes en el punto de conteo de Villa de Los Santos (68%), seguido de Divisa (23%), Macaracas (7%), Río Quema (1%) y Plano de los Quinteros (1%).

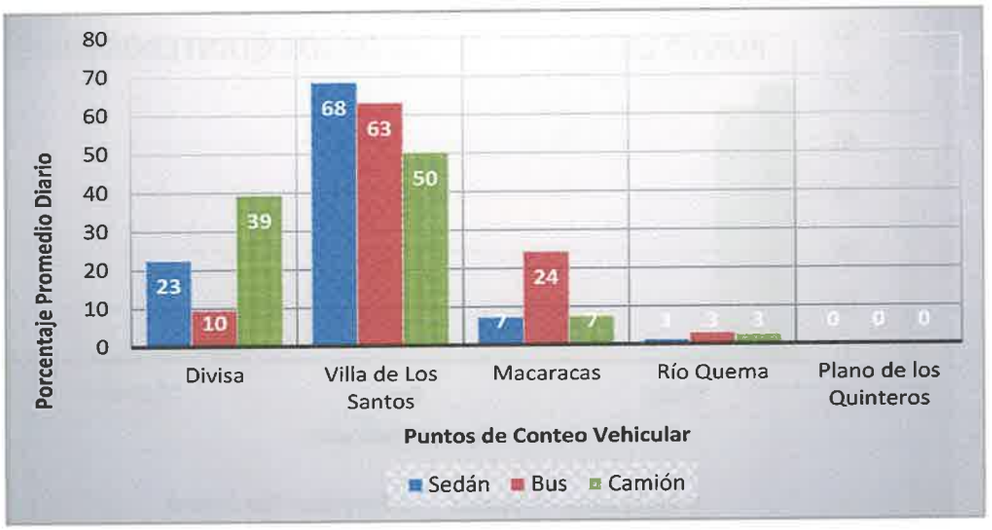
Respecto a los buses, estos también tienen el mayor desplazamiento sobre el punto Villa de los Santos (63%), seguido de Macaracas (24%), Divisa (10%), Río Quema (3%). En Plano de los Quinteros no se registraron buses.

Respecto a los camiones, en el punto Villa de los Santos se tiene el mayor desplazamiento (50%), seguido Divisa (39%), Macaracas (7%), Río Quema (3%) y Plano de los Quinteros (1%)

En el Gráfico 4-11 se observa el porcentaje de distribución por tipo de vehículo de acuerdo con los datos promedio registrados durante el conteo.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

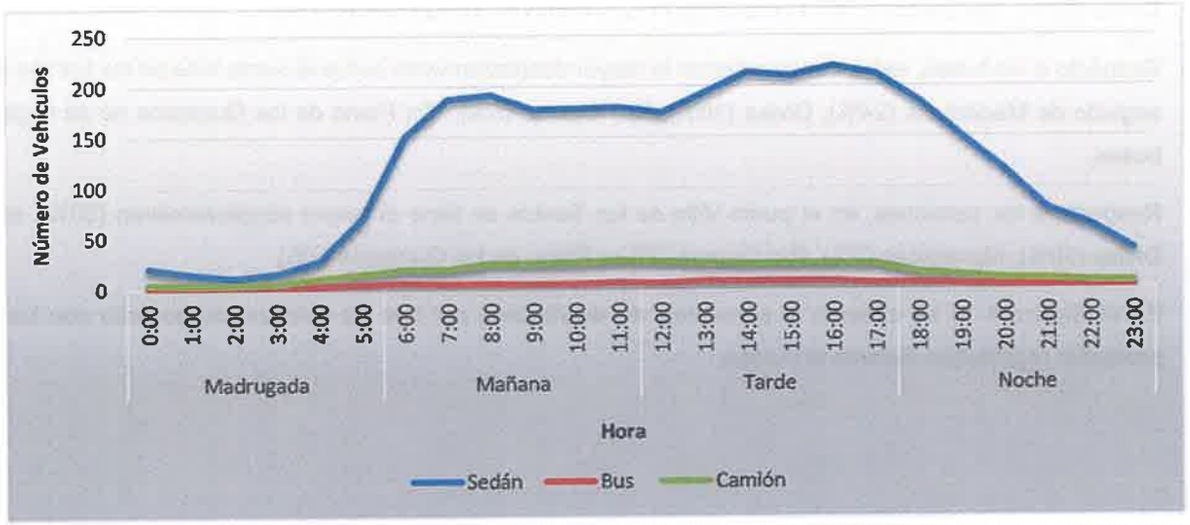
Gráfico 4-11: Porcentaje de Distribución Promedio Diario de Tipo de Vehículos por Punto de Conteo



Es importante indicar que, en todos los puntos de conteo, la afluencia de sedanes, buses y camiones presentan un comportamiento similar, siendo más alto en horas de la mañana y tarde, disminuyendo en horas de la noche y madrugada.

En los Gráficos 4-12, 4-13, 4-14, 4-15 y 4-16, se muestra la distribución horaria para categorías de vehículos, en cada punto de conteo.

Gráfico 4-12: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Divisa (TR-1)



© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-13: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Villa de Los Santos (TR-2)

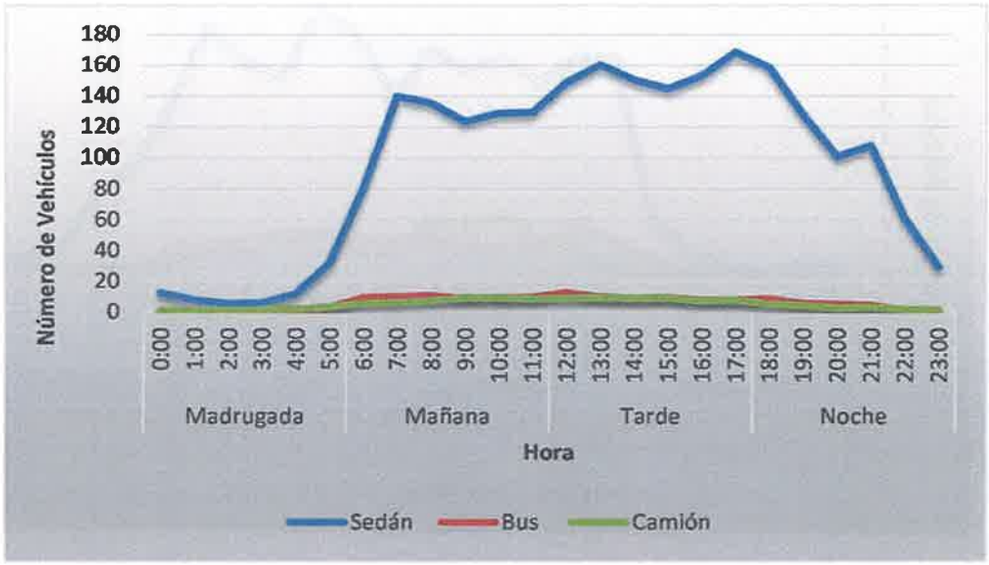
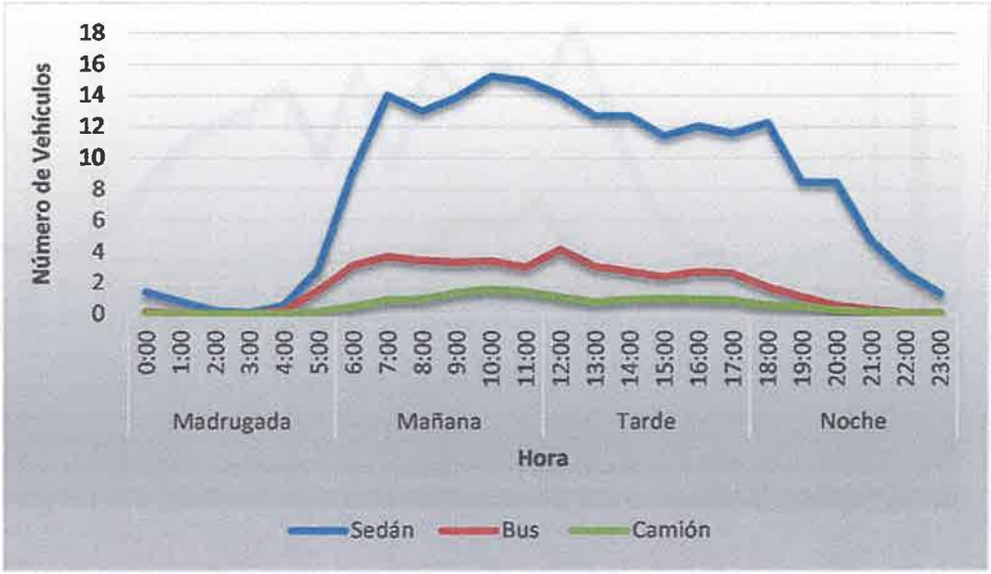


Gráfico 4-14: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Macaracas (TR-3)



© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Gráfico 4-15: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Río Quema (TR-4)

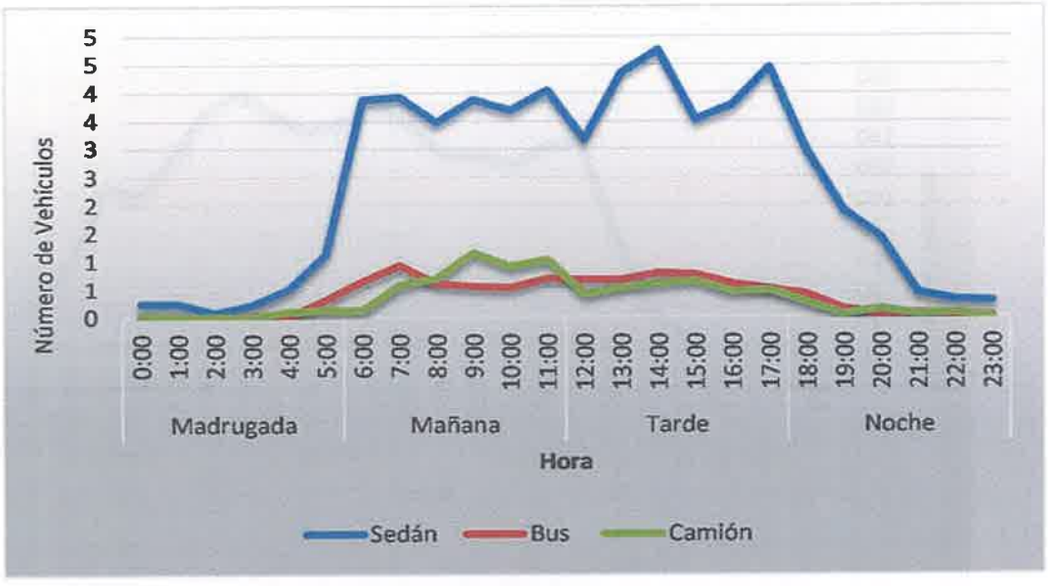
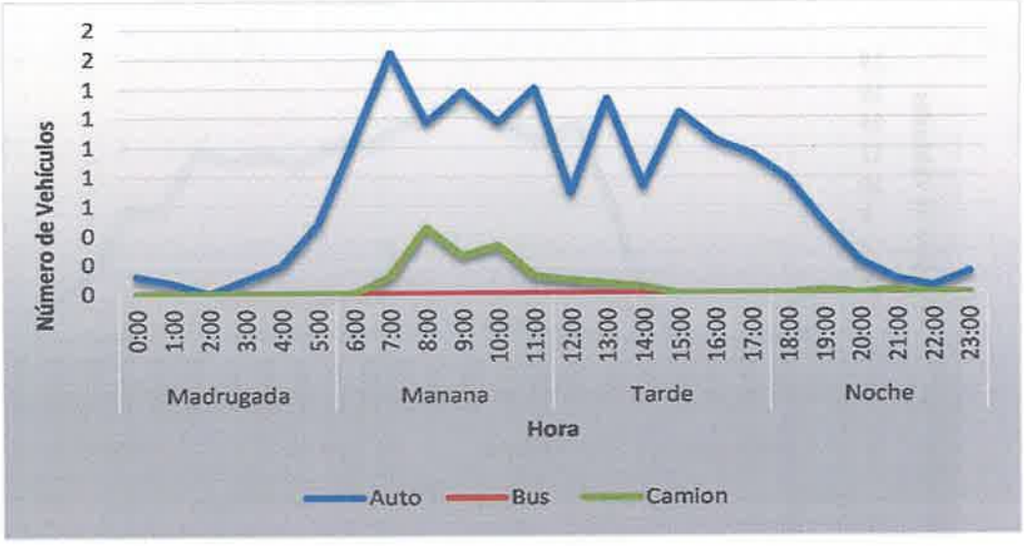


Gráfico 4-16: Distribución Promedio Horaria por Tipo de Vehículo – Plano de los Quinteros (TR-5)



En el Anexo C, se presenta un registro fotográfico de las actividades de tráfico realizadas.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

5.0 PROYECCIÓN DE TRÁFICO

Para elaborar la proyección de tráfico en el área de estudio, se utilizó la información disponible respecto al censo poblacional realizado en el año 2010, así como sus respectivas proyecciones hasta el 2020 (cierre del Proyecto), reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), para las provincias de Herrera y Los Santos, ya que la vía de acceso a ser utilizada por el Proyecto pasa por ambas provincias. Los datos poblacionales y sus respectivas proyecciones, se presenta en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1: Tasas de Crecimiento Anual para la Provincia Los Santos – Variación Porcentual

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Herrera	116,411	116,828	117,193	117,530	117,826	118,090	118,334	118,551	118,736	118,865	118,982
Los Santos	94,011	94,316	94,562	94,785	94,984	95,150	95,291	95,401	95,485	95,540	95,557
Total Herrera + Los Santos	210,422	211,144	211,755	212,315	212,810	213,240	213,625	213,952	214,221	214,405	214,539

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). En Línea: http://www.contraloria.gob.pa/inec/. Fecha de revisión: 30 de mayo de 2014.

Es importante indicar que para las proyecciones de los puntos de conteo de Villa de Los Santos y Macaracas, se ha utilizado de manera integrada, los datos de poblacionales de Herrera y Los Santos ya que ambos puntos tienen una influencia grande de dichas provincias. Para el punto de Divisa, se utiliza los datos de la provincia de Herrera, mientras que para los puntos de Río Quema y Plano de los Quinteros, se utiliza los datos de la provincia de Los Santos, ya que por encontrarse en áreas más alejadas, no tienen influencia de la provincia de Herrera. En la Tabla 5-2 se presentan las tasas de crecimiento poblacional hasta el año 2020.

Tabla 5-2: Tasa de Crecimiento Anual – Herrera y Los Santos

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
T.C. Herrera	n/a	1.0036	1.0031	1.0029	1.0025	1.0022	1.0021	1.0018	1.0016	1.0011	1.0010
T.C. V. Los Santos	n/a	1.0032	1.0026	1.0024	1.0021	1.0017	1.0015	1.0012	1.0009	1.0006	1.0002
T.C. Herrera + V. Los Santos	n/a	1.0034	1.0029	1.0026	1.0023	1.0020	1.0018	1.0015	1.0013	1.0009	1.0006

n/a: no aplica
Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

La proyección de tráfico normal se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento correspondiente al IMDA en cada punto de conteo y por tipo de vehículo del año base (2014). En la Tabla 5-3 se presentan las proyecciones por tipo de vehículos de tráfico vehicular en cada punto de conteo a partir del año 2014 hasta el 2020. El comportamiento del crecimiento anual es similar en todos los puntos.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Tabla 5-3: Proyección de Tráfico Vehicular por Tipo de Vehículo en cada punto de Conteo

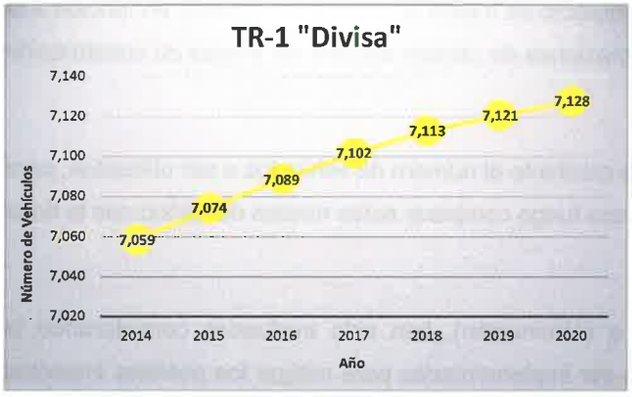
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Proyección TR-1 "Divisa"							
General	7,059	7,074	7,089	7,102	7,113	7,121	7,128
Sedán	6,133	6,147	6,160	6,171	6,180	6,187	6,193
Bus	170	171	171	171	172	172	172
Camión	755	757	758	760	761	762	762
Proyección TR-2 "Villa de Los Santos"	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
General	20,700	20,742	20,779	20,811	20,837	20,855	20,868
Sedán	18,607	18,645	18,678	18,707	18,730	18,746	18,758
Bus	1,131	1,134	1,136	1,137	1,139	1,140	1,140
Camión	961	963	965	967	968	969	969
Proyección TR-3 "Macaracas"	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
General	2,566	2,571	2,575	2,579	2,583	2,585	2,586
Sedán	1,985	1,989	1,993	1,996	1,999	2,000	2,002
Bus	437	438	439	439	440	440	440
Camión	143	144	144	144	144	144	144
Proyección TR-4 "Río Quema"							
General	446	446	447	448	448	448	448
Sedán	342	342	343	343	343	344	344
Bus	54	54	54	54	54	54	54
Camión	50	50	50	50	50	50	50
Proyección TR-5 "Plano de los Quinteros"							
General	109	109	109	109	109	109	110
Sedán	100	100	100	100	100	100	100
Bus	0	0	0	0	0	0	0
Camión	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

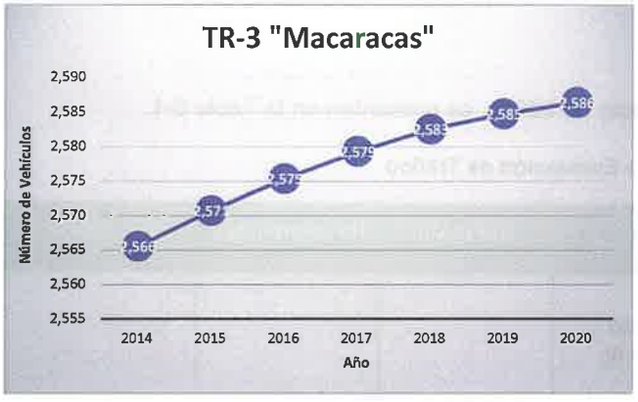
© S' `.avalin Inc. 2014. Derechos r ados. Confidencial

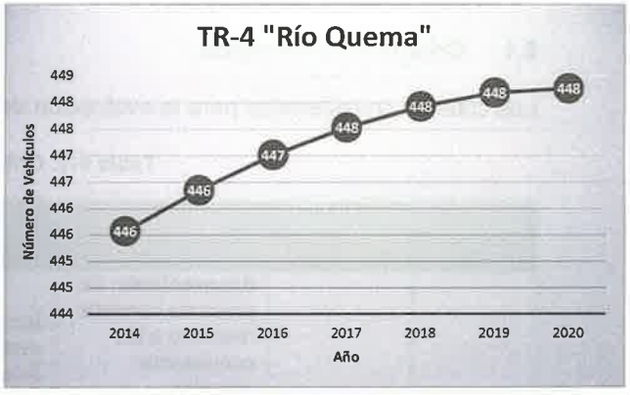
En el Gráfico 5-1 se muestran las proyecciones de tráfico vehicular en los cinco puntos de conteo vehicular.

Gráfico 5-1: Proyección de Tráfico Vehicular Anual por cada punto de Conteo











© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

6.0 EVALUACIÓN DE IMPACTO DE TRÁFICO

En la presente sección se desarrolla la evaluación de impacto de tráfico en el área de estudio, en función a la línea base realizada, datos propios del Proyecto y estimaciones de cambio durante las etapas de construcción y operación.

Los impactos de tráfico se evaluaron cuantitativamente mediante el número de vehículos a ser utilizados, para las etapas de construcción y operación del Proyecto, para luego comparar estos niveles de tráfico con la línea base.

Los cambios en los niveles de tráfico (incremento o disminución), han sido evaluados considerando la aplicación de las medidas de seguridad respectivas a ser implementadas para mitigar los posibles impactos del aumento del tráfico. Ello, se tuvo en cuenta en la clasificación de los efectos residuales.

6.1 Criterio de Evaluación

Los criterios considerados para la evaluación de impacto de tráfico, se presentan en la Tabla 6-1.

Tabla 6-1: Criterio de Evaluación de Tráfico

Recurso	Dirección	Magnitud[a]	Extensión Geográfica	Duración	Reversibilidad	Frecuencia[b]
Tráfico	positivo, neutral o negativo	**despreciable:** no presenta cambios respecto a las condiciones actuales **bajo:** menor o igual al 15% de las condiciones actuales **moderado:** entre el 15% y 30% de las condiciones actuales **alto:** mayor al 30% de las condiciones actuales	**local:** efecto restringido al Área de Influencia Directa (ADI) **regional:** efecto se extiende más allá del ADI, hacia el Área de Influencia Indirecta (AII) **más allá de la región:** efecto se extiende más allá del AII	**corto plazo:** construcción (< 3 años) **mediano plazo:** operación (de 3 a 30 años) **largo plazo:** > a 30 años	**reversible** o **irreversible**	**baja:** ocurre una vez o rara vez **media:** ocurre de manera intermitente **alta:** ocurre continuamente

Nota: (a, b) La frecuencia es un factor importante para tráfico ya que está relacionada con el impacto de magnitud. Una frecuencia baja es considerada para reducir la magnitud a un nivel. Una frecuencia alta se considera para elevar la magnitud a un nivel. De esta manera, la frecuencia es un factor adicional que afectará la proyección para la consecuencia ambiental.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Los impactos residuales (aquel que persiste luego de haber aplicado las medidas de mitigación) sobre los componentes del ambiente, se clasifican usando algunos criterios para determinar las consecuencias sobre el medio. En la Tabla 6-1 se describió cada impacto usando primero los siguientes criterios: dirección, magnitud, extensión geográfica, duración, reversibilidad y frecuencia (incluyendo efectos estacionales).

El impacto residual general para cada efecto y consecuencia ambienta, se clasificó como: insignificante, bajo, moderado, o alto evaluando la clasificación para la magnitud, la extensión geográfica y la duración. Este sistema transparente se usa para asegurar que la clasificación final sea consistente entre los componentes (Tabla 6-2).

Tabla 6-2: Sistema para las Consecuencias Ambientales

Magnitud	Extensión Geográfica	Duración	Consecuencia Ambiental
insignificante	AID, AII, más allá del AII	corto, mediano y largo plazo	insignificante
bajo	AID	corto plazo	insignificante
bajo	AID	mediano plazo	bajo
bajo	AID	largo plazo	bajo
bajo	AII	corto plazo	bajo
bajo	AII	mediano plazo	moderado
bajo	AII	largo plazo	moderado
bajo	más allá del AII	corto plazo	bajo
bajo	más allá del AII	mediano plazo	moderado
bajo	más allá del AII	largo plazo	moderado
moderado	AID	corto plazo	bajo
moderado	AID	mediano plazo	bajo
moderado	AID	largo plazo	moderado
moderado	AII	corto plazo	moderado
moderado	AII	mediano plazo	moderado
moderado	AII	largo plazo	alto
moderado	más allá del AII	corto plazo	moderado
moderado	más allá del AII	mediano plazo	alto
alto	más allá del AII	largo plazo	alto
alto	AID	corto plazo	moderado
alto	AID	mediano plazo	alto
alto	AID	largo plazo	alto
alto	AII	corto plazo	moderado
alto	AII	mediano plazo	alto
alto	AII	largo plazo	alto
alto	más allá del AII	corto plazo	alto
alto	más allá del AII	mediano plazo	alto
alto	más allá del AII	largo plazo	alto

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

6.2 Comparación

Carreteras existentes serán utilizadas por el Proyecto durante la etapa de construcción para traer los materiales y equipos, al área del Proyecto. Los cambios en el tráfico llegarán a su máximo durante la construcción, tiempo durante el cual se necesitará gran cantidad de suministros de construcción y un número considerable de empleados para el Proyecto.

La vía de acceso a ser utilizada por el Proyecto, incluye la carretera Panamericana la cual es altamente transitada, así como la Vía Doctor Belisario Porras, donde el tránsito vehicular también es alto. Desde Villa de Los Santos hacia Macaracas, la afluencia vehicular es menor en comparación con las vías anteriormente mencionadas. Y, desde Macaracas hasta el Proyecto, el número de vehículos que transita en dicha vía es muy bajo.

Durante la construcción, los vehículos pesados, tales como excavadoras, volquetes, cargadores frontales entre otros, utilizarán la vía que viene desde la carretera Panamericana por el desvío Divisa, pasando por Villa de los Santos, Macaracas, hasta llegar al Proyecto.

Durante la etapa de operación, el tráfico continuará y utilizará la misma vía para el transporte de suministros y empleados que viajen hacia y desde el Proyecto.

Los cambios previstos en el tráfico entre la línea base y las etapas de construcción y operación del Proyecto se presentan en la Tabla 6-3 a la Tabla 6-12. En dichas tablas se podrá apreciar el número promedio de vehículos diarios que transitarán por la vía de acceso a ser utilizada por el Proyecto, una vez que éste inicie las actividades de construcción y operación respectivamente.

Asimismo, es importante señalar que los datos de los "Vehículos para el Proyecto", fueron tomados del Estudio de Pre-Factibilidad de Cerro Quema (MCQSA, 2014), Sección 16, Figura 16-6 y Tabla 16-10.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Tabla 6-3: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Divisa

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			
	Línea Base (LB)	Proyección Natural (Construcción)	Vehículos para el Proyecto	Promedio Diario de Vehículos
Sedán	6,133	6,147	6	**0.01**
Bus	170	171	1	**0.002**
Camión	755	757	33	**0.09**
Total de Vehículos	7,059	7,074	40	**0.10**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Tabla 6-4: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Divisa

Año	Descripción	Tipo de Vehículo			
		Sedán	Bus	Camión	Total de Vehículos
2016	Proyección Natural (P)	6,160	171	758	7,089
	Vehículo para el Proyecto	0	0	3	3
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.008**	**0.008**
2017	Proyección Natural (P)	6,171	171	760	7,102
	Vehículo para el Proyecto	0	0	4	4
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**
2018	Proyección Natural (P)	6,180	172	761	7,113
	Vehículo para el Proyecto	0	0	2	2
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.005**	**0.005**
2019	Proyección Natural (P)	6,187	172	762	7,121
	Vehículo para el Proyecto	0	0	0	0
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0**	**0**
2020	Proyección Natural (P)	6,193	172	762	7,128
	Vehículo para el Proyecto	0	0	6	6
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

1038

Tabla 6-5: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Villa de Los Santos

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			
	Linea Base (LB)	Proyección Natural (Construcción)	Vehículos para el Proyecto	Promedio Diario de Vehículos
Sedán	18,607	18,645	6	**0.01**
Bus	1,131	1,134	1	**0.002**
Camión	961	963	33	**0.09**
Total de Vehículos	20,700	20,742	40	**0.10**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Tabla 6-6: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Villa de Los Santos

Año	Descripción	Tipo de Vehículo			
		Sedán	Bus	Camión	Total de Vehículos
2016	Proyección Natural (P)	18,678	1,136	965	20,779
	Vehículo para el Proyecto	0	0	3	3
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.008**	**0.008**
2017	Proyección Natural (P)	18,707	1,137	967	20,811
	Vehículo para el Proyecto	0	0	4	4
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**
2018	Proyección Natural (P)	18,730	1,139	968	20,837
	Vehículo para el Proyecto	0	0	2	2
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.005**	**0.005**
2019	Proyección Natural (P)	18,746	1,140	969	20,855
	Vehículo para el Proyecto	0	0	0	0
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0**	**0**
2020	Proyección Natural (P)	18,758	1,140	969	20,868
	Vehículo para el Proyecto	0	0	6	6
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© `-Lavalin Inc. 2014. Derechos rvados. Confidencia'

Tabla 6-7: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Macaracas

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			
	Línea Base (LB)	Proyección Natural (Construcción)	Vehículos para el Proyecto	Promedio Diario de Vehículos
Sedán	1,985	1,989	6	**0.01**
Bus	437	438	1	**0.002**
Camión	143	144	33	**0.09**
Total de Vehículos	2,566	2,571	40	**0.10**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Tabla 6-8: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Macaracas

Año	Descripción	Tipo de Vehículo			
		Sedán	Bus	Camión	Total de Vehículos
2016	Proyección Natural (P)	1,993	439	144	2,575
	Vehículo para el Proyecto	0	0	3	3
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.008**	**0.008**
2017	Proyección Natural (P)	1,996	439	144	2,579
	Vehículo para el Proyecto	0	0	4	4
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**
2018	Proyección Natural (P)	1,999	440	144	2,583
	Vehículo para el Proyecto	0	0	2	2
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.005**	**0.005**
2019	Proyección Natural (P)	2,000	440	144	2,585
	Vehículo para el Proyecto	0	0	0	0
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0**	**0**
2020	Proyección Natural (P)	2,002	440	144	2,586
	Vehículo para el Proyecto	0	0	6	6
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

1038
1039

Tabla 6-9: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Río Quema

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			
	Línea Base (LB)	Proyección Natural (Construcción)	Vehículos para el Proyecto	Promedio Diario de Vehículos
Sedán	342	342	6	**0.01**
Bus	54	54	1	**0.002**
Camión	50	50	33	**0.09**
Total de Vehículos	446	447	40	**0.10**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Tabla 6-10: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Río Quema

Año	Descripción	Tipo de Vehículo			
		Sedán	Bus	Camión	Total de Vehículos
2016	Proyección Natural (P)	343	54	50	447
	Vehículo para el Proyecto	0	0	3	3
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.008**	**0.008**
2017	Proyección Natural (P)	343	54	51	448
	Vehículo para el Proyecto	0	0	4	4
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**
2018	Proyección Natural (P)	343	54	51	448
	Vehículo para el Proyecto	0	0	2	2
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.005**	**0.005**
2019	Proyección Natural (P)	344	54	50	448
	Vehículo para el Proyecto	0	0	0	0
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0**	**0**
2020	Proyección Natural (P)	344	54	50	448
	Vehículo para el Proyecto	0	0	6	6
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Tabla 6-11: Cambios en el Tráfico Diario durante la Construcción – Plano de los Quinteros

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			
	Línea Base (LB)	Proyección Natural (Construcción)	Vehículos para el Proyecto	Promedio Diario de Vehículos
Sedán	100	100	6	**0.01**
Bus	0	0	1	**0.002**
Camión	9	9	33	**0.09**
Total de Vehículos	109	109	40	**0.10**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Tabla 6-12: Cambios en el Tráfico Diario durante la Operación – Plano de los Quinteros

Año	Descripción	Tipo de Vehículo			
		Sedán	Bus	Camión	Total de Vehículos
2016	Proyección Natural (P)	100	0	9	109
	Vehículo para el Proyecto	0	0	3	3
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.008**	**0.008**
2017	Proyección Natural (P)	100	0	9	109
	Vehículo para el Proyecto	0	0	4	4
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**
2018	Proyección Natural (P)	100	0	9	109
	Vehículo para el Proyecto	0	0	2	2
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.005**	**0.005**
2019	Proyección Natural (P)	100	0	9	109
	Vehículo para el Proyecto	0	0	0	0
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0**	**0**
2020	Proyección Natural (P)	101	0	9	110
	Vehículo para el Proyecto	0	0	6	6
	Promedio Diario de Vehículos	**0**	**0**	**0.01**	**0.01**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

1039
1040

6.3 Análisis de Impacto

El análisis de impacto de tráfico tiene como objetivo, comparar el tráfico regular en el área de acceso a ser utilizada por el Proyecto, con la proyección de tráfico una vez inicie las actividades de construcción y operación del Proyecto.

Para ello, se ha tomado en consideración los datos obtenidos en campo (línea base), las proyecciones de tráfico anuales, así como el número de vehículos a ser utilizados durante la etapa de construcción y operación.

En base a la información proporcionada por MCQSA (MCQSA, 2014), el número de vehículos a ser utilizados durante el ciclo de vida del Proyecto, es relativamente bajo, teniendo 40 vehículos en total. Además, se ha asumido que el transporte de camiones y/o maquinaria pesada, ingresarán una única vez al Proyecto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las Tablas 6-3 a 6-12, se tiene que el número promedio diario de vehículos, una vez inicie el Proyecto, es menor a 1. Es decir, considerando que de los 40 vehículos a ser requeridos en la mina, y que van a generar un incremento en el tráfico vehicular regular en la vía de acceso a ser utilizada por el Proyecto, se asume que estos no van a ingresar todos el mismo día, sino que ingresarán a lo largo del año. Por lo tanto, el impacto distribuido a lo largo del año en el tráfico vehicular que puede originar el Proyecto, es de magnitud insignificante. La extensión geográfica es local ya que está referida al área de acceso al Proyecto. La duración es a corto plazo para la etapa de construcción. La frecuencia es baja y tiene un efecto reversible. En tal sentido, la consecuencia ambiental es insignificante, tal como se presenta en la Tabla 6-13.

Tabla 6-13: Clasificación Residual de Impacto y Consecuencia Ambiental

Efecto	Magnitud	Extensión Geográfica	Duración	Consecuencia Ambiental
Etapa de Construcción				
Tramo 1	insignificante	local	corto plazo	**insignificante**
Tramo 2	insignificante	local	corto plazo	**insignificante**
Tramo 3	insignificante	local	corto plazo	**insignificante**
Etapa de Operación				
Tramo 1	insignificante	local	mediano plazo	**insignificante**
Tramo 2	insignificante	local	mediano plazo	**insignificante**
Tramo 3	insignificante	local	mediano plazo	**insignificante**

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

6.4 Mitigación

Si bien el impacto es insignificante, para el tráfico de la carretera principalmente, el Proyecto establecerá códigos de conducta para los conductores empleados o contratados por el Proyecto, especificando que los límites de velocidad y otras reglas de la carretera, serán observados por el Proyecto.

En los períodos de hora pico, durante la fase de construcción, el Proyecto planificará sus actividades de tal manera que el desplazamiento hacia y del Proyecto, se lleve a cabo en horas de menor afluencia vehicular.

Se supervisará las tasas de accidentes que involucren a empleados del Proyecto a lo largo de la vía de acceso, a través de los procedimientos habituales de salud y seguridad.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

7.0 CONCLUSIONES

- En el área de estudio, el tráfico promedio diario en los puntos de Divisa y Villa Los Santos son los más altos con un promedio de 7,059 y 20,700, respectivamente.
- En Villa de los Santos se tiene el promedio de vehículos por hora más alto, respecto a sedanes y buses, con un promedio de 97 y 6 vehículos por hora, respectivamente. Divisa presenta el promedio por hora más alto respecto a camiones, con un valor de 16 camiones por hora. Los puntos de Río Quema y Plano de los Quinteros son los más bajos, con un promedio por hora de dos y un vehículo para el caso de los sedanes, respectivamente.
- El horario diurno (74%) presenta mayor afluencia de vehículos que el horario nocturno (26%).
- Durante el día el tráfico vehicular es alto, seguido de una disminución del número de vehículos muy marcada a partir del horario nocturno (18:00 h). En horas de la madrugada, el tráfico vehicular aumenta hasta llegar a un pico y luego desciende gradualmente.
- En el punto de Divisa, se observa mayor desplazamiento de vehículos de Chitré hacia Divisa. En el punto de Villa de Los Santos, se observa notablemente un mayor desplazamiento de vehículos sobre la vía Chitré – Las Tablas. En Macaracas, se registró un mayor desplazamiento sobre la vía Macaracas – Tonosí. En el punto de Río Quema, se observa mayor desplazamiento sobre la vía Tonosí – Macaracas. Y, en el punto de Plano de los Quinteros, ser observa un mayor desplazamiento sobre la vía Río Quema – Proyecto.
- De los tipos de vehículos registrados y que transitan sobre la vía de acceso a ser utilizado por el Proyecto, se tiene un mayor desplazamiento de sedanes en el punto de conteo de Villa de Los Santos (68%), seguido de Divisa (23%), Macaracas (7%), Río Quema (1%) y Plano de los Quinteros (1%).
- Respecto a los buses, estos también tienen el mayor desplazamiento sobre el punto Villa de los Santos (63%), seguido de Macaracas (24%), Divisa (10%), Río Quema (3%). En Plano de los Quinteros no se registraron buses.
- Respecto a los camiones, en el punto Villa de los Santos se tiene el mayor desplazamiento (50%), seguido Divisa (39%), Macaracas (7%), Río Quema (3%) y Plano de los Quinteros (1%)
- Dado que el número de vehículos a utilizarse durante la etapa de construcción y operación del Proyecto es baja, el impacto que pudiera generar el Proyecto en el tráfico vehicular, es insignificante.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

8.0 RECOMENDACIONES

- La información aproximada respecto a las rotaciones de los empleados del Proyecto, así como la frecuencia de viajes de los proveedores y contratistas, es de gran valor para el análisis. Por ello, se sugiere que MCQSA, una vez tenga esta información, se la proporcione a SLP, para desarrollar y ampliar el análisis de impacto de manera más exhaustiva.
- Dado que el Proyecto será de conocimiento público, es muy probable que haya un crecimiento poblacional y económico en el área circundante al Proyecto, trayendo como consecuencia, un aumento en el tráfico vehicular. En tal sentido, se recomiendo realizar un estudio de tráfico durante el inicio de la construcción, así como durante la etapa de operación. Esto, no sólo le permitirá a MCQSA tener un registro histórico del impacto del tráfico a lo largo del ciclo de vida del Proyecto, sino que le permitirá demostrar, de ser necesario, que el impacto generado fue mitigado.
- La vía de acceso para llegar al Proyecto, utiliza vías principales y de volumen vehicular muy considerable. En tal sentido, se recomienda realizar un análisis de riesgo vial el cual le permita a MCQSA, identificar los riesgos que pueden encontrarse en el camino hasta llegar al Proyecto, incluyendo la identificación de estaciones policiales, estaciones de gasolina, talleres mecánicos, entre otros. Ello le permitirá a MCQSA, tener un mejor control respecto a la seguridad vial de sus proveedores o contratistas, además de ser considerado como una acción de mitigación.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

9.0 REFERENCIAS

- (ATTT, 2007) Autoridad del Tránsito y Transporte Terrestre. 2007. *Reglamento de Tránsito de la República de Panamá* Decreto Ejecutivo No. 640 del Ministerio de Gobierno y Justicia.
- (INEC, 2014) Instituto Nacional de Estadística y Censo. *Censo Poblacional 2010.* Contraloría General de la República de Panamá.
- (MIVI, 2014) Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. 2014. *Plan de Ordenamiento Territorial para el Distrito de Chitré, Provincia de Herrera, República de Panamá*. Resolución No. 8-2014 del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial.
- (MCQSA, 2014) *Estudio de Pre-Factibilidad de Cerro Quema*. Operaciones Mineras. 02 de junio de 2014.

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

SNC·LAVALIN

10.0 GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Automóvil:** Vehículo a motor con cuatro (4) ruedas destinado al transporte de personas con capacidad no mayor de cinco (5) pasajeros
- **Autopista:** Vía pública que está especialmente proyectada, construida y señalizada para el tránsito de vehículos autorizados, y que reúne las siguientes características:
  - Las propiedades colindantes no tienen acceso directo
  - No cruza a nivel ningún otro camino, vía o línea de ferrocarril, ni es cruzada a nivel por vía de comunicación o servidumbre de paso alguna
  - Cuenta con calzadas para cada sentido de circulación, separadas entre sí, salvo en puntos singulares o con carácter temporal, por una franja o terreno no destinado al tránsito o por barreras de seguridad especialmente diseñadas y construidas para este propósito
- **Avenida:** Vía pública principal utilizada para el tránsito de vehículos dentro de las zonas urbanas
- **Calle:** Vía pública secundaria utilizada para el tránsito de vehículos dentro de las zonas urbanas
- **Camión:** Vehículo a motor destinado al transporte de carga
- **Carretera:** Vía pública utilizada para el tránsito interurbano de vehículos con niveles adecuados de seguridad y comodidad
- **Derecho de vía:** Preferencia en la circulación que tiene un vehículo o peatón con respecto a los demás vehículos o peatones
- **Equipo pesado:** Camión de más de diez (10) toneladas de peso total
- **Peatón:** Persona que transita a pie. También se consideran como peatones las personas discapacitadas o niños que transiten en aparatos especiales manejados por ellos o por otra persona
- **Remolque:** Aparato sin medio propio de propulsión utilizado para llevar personas o carga que puede ser movilizado por un vehículo, mediante una barra o tiro sin transmitir parte de su peso, de acuerdo a la clasificación descrita en el presente Reglamento
- **Semirremolque:** Aparato utilizado para transportar carga y movilizado por un vehículo sobre el cual descansa parte de su peso y carga

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

- **Vehículo:** Aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o carga sobre las vías de circulación

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

~~1043~~ 1044

SNC·LAVALIN

11.0 FIRMAS DEL DOCUMENTO

Atentamente,

SNC-Lavalin Panamá, S.A.

Reg. IRC-002-12

Eduardo A. Linares
Director – Gerente

Elías Dawson
Director de Proyecto

© SNC-Lavalin Inc. 2014. Derechos reservados. Confidencial

Aviso

El presente documento expresa la opinión profesional del SNC Lavalin Panamá, S.A., (SLP) sobre los asuntos aquí expuestos, aplicando su criterio profesional y procediendo con cuidado razonable. Este documento fue redactado únicamente para fines del objetivo estipulado en el Contrato, y para beneficio exclusivo de PERSHIMCO RESOURCES INC. (El Cliente), cuyos recursos se limitan a aquellos expuestos en el Contrato y la Propuesta Técnica presentada. Este documento debe leerse como un todo y, por lo tanto, el lector no deberá leer sus partes y secciones, o interpretar éstas fuera de contexto.

En la preparación de cualquier estimación de costos, SLP siguió una metodología y procedimientos específicos, y procedió con diligencia ordinaria, a fin de ser congruente con el nivel de precisión buscado, aplicando su criterio y cuidado razonable y por lo tanto, en su opinión, es muy probable que los costos reales serán compatibles con la estimación. Sin embargo, no debe suponerse que se ha otorgado garantía alguna en cuanto a la exactitud de las estimaciones.

Salvo que se estipule expresamente lo contrario, las suposiciones, los datos y la información proporcionada por, o recopilada de otras fuentes (incluyendo el Cliente, consultores, informes técnicos, laboratorios de prueba y proveedores de equipo, etc.) en los que se basa la opinión de SLP, tal como se expresa en el presente, no fueron verificados por SLP. SLP no hace ninguna declaración en cuanto a su exactitud y declina toda responsabilidad a este respecto.

Dentro de los límites permitidos por las leyes aplicables, SLP declina toda responsabilidad frente al Cliente y a terceras partes por la publicación, referencia, cita o distribución de este informe o de cualquier parte de su contenido a una tercera parte y porque ésta tome como sustento tal contenido.

© SNC-Lavalin Inc. 2013. Derechos reservados. Confidencial

SNC·LAVALIN

ANEXOS

SNC·LAVALIN

Anexo A

Formato de Registro

ı ormulario T1: Ficha de gistro de Tráfi .

FECHA ESTACIÓN

Hora	Direccion	Automóvil	Buses	Camiones	Trailers y Maquinaria Pesada	Moto	Peatonal	Otros
	A1							
	A2							
	B1							
	B2							
	C1							
	C2							
	D1							
	D2							
	E1							
	E2							
	F1							
	F2							
	A1							
	A2							
	B1							
	B2							
	C1							
	C2							
	D1							
	D2							
	E1							
	E2							
	F1							
	F2							

1046

SNC·LAVALIN

ANEXO B

Fichas de Registro por Punto de Conteo

SNC·LAVALIN

Divisa

Cuadro dirección A1 (hacia Chitré)

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	21	20	0	1
(01:00-02:00)	14	14	0	0
(02:00-03:00)	5	5	0	0
(03:00-04:00)	7	5	0	2
(04:00-05:00)	14	12	0	2
(05:00-06:00)	30	26	1	4
(06:00-07:00)	79	65	1	12
(07:00-08:00)	195	179	3	12
(08:00-09:00)	210	193	2	16
(09:00-10:00)	182	163	2	17
(10:00-11:00)	183	167	2	14
(11:00-12:00)	199	172	3	24
(12:00-13:00)	212	180	4	28
(13:00-14:00)	219	185	3	31
(14:00-15:00)	243	212	5	26
(15:00-16:00)	263	231	9	23
(16:00-17:00)	291	256	4	31
(17:00-18:00)	256	227	6	23
(18:00-19:00)	184	156	10	18
(19:00-20:00)	111	91	4	16
(20:00-21:00)	84	70	4	10
(21:00-22:00)	46	31	1	14
(22:00-23:00)	49	40	2	7
(23:00-24:00)	33	28	1	4
Total general	3131	2729	67	335
Promedio	130	114	3	14
Mínimo	5	5	0	0
Máximo	291	256	10	31

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	16	12	1	3
(01:00-02:00)	15	12	0	3
(02:00-03:00)	11	8	0	3
(03:00-04:00)	8	3	0	5
(04:00-05:00)	25	16	1	8
(05:00-06:00)	64	49	2	13
(06:00-07:00)	184	156	10	18
(07:00-08:00)	188	164	3	21
(08:00-09:00)	240	202	6	32
(09:00-10:00)	215	173	7	35
(10:00-11:00)	201	171	6	24
(11:00-12:00)	213	180	4	29
(12:00-13:00)	196	168	6	22
(13:00-14:00)	217	173	10	34
(14:00-15:00)	249	215	6	28
(15:00-16:00)	257	230	8	19
(16:00-17:00)	294	265	5	24
(17:00-18:00)	271	232	2	37
(18:00-19:00)	189	172	3	14
(19:00-20:00)	122	98	6	18
(20:00-21:00)	83	67	3	13
(21:00-22:00)	65	55	2	8
(22:00-23:00)	55	40	1	14
(23:00-24:00)	54	39	1	14
Total general	3432	2900	93	439
Promedio	143	121	4	18
Mínimo	8	3	0	3
Máximo	294	265	10	37

Cuadro dirección A2 (hacia Divisa)

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	25	25	0	0
(01:00-02:00)	19	16	0	3
(02:00-03:00)	13	12	0	2
(03:00-04:00)	13	11	0	2
(04:00-05:00)	32	27	0	5
(05:00-06:00)	63	56	0	6
(06:00-07:00)	191	181	1	8
(07:00-08:00)	340	319	1	19
(08:00-09:00)	337	283	1	53
(09:00-10:00)	245	221	1	24
(10:00-11:00)	225	190	1	34
(11:00-12:00)	205	174	5	26
(12:00-13:00)	212	179	5	28
(13:00-14:00)	214	179	8	27
(14:00-15:00)	242	217	4	21
(15:00-16:00)	211	171	10	30
(16:00-17:00)	224	193	10	21
(17:00-18:00)	221	190	4	27
(18:00-19:00)	145	131	2	12
(19:00-20:00)	108	91	1	16
(20:00-21:00)	74	55	2	17
(21:00-22:00)	35	28	2	5
(22:00-23:00)	30	24	2	4
(23:00-24:00)	25	17	0	8
Total general	3450	2990	61	399
Promedio	144	125	3	17
Mínimo	12.7616	11.09489	0	0
Máximo	339.55	318.9781	10	53.42857

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	11	7	0	4
(01:00-02:00)	26	15	2	9
(02:00-03:00)	24	20	1	3
(03:00-04:00)	35	23	2	10
(04:00-05:00)	69	47	4	18
(05:00-06:00)	130	107	6	17
(06:00-07:00)	234	200	4	30
(07:00-08:00)	239	220	2	17
(08:00-09:00)	229	209	6	14
(09:00-10:00)	220	180	4	36
(10:00-11:00)	195	160	2	33
(11:00-12:00)	213	170	6	37
(12:00-13:00)	203	153	5	45
(13:00-14:00)	237	195	10	32
(14:00-15:00)	208	171	4	33
(15:00-16:00)	205	172	8	25
(16:00-17:00)	218	184	5	29
(17:00-18:00)	226	194	5	27
(18:00-19:00)	163	145	4	14
(19:00-20:00)	97	85	2	10
(20:00-21:00)	63	52	1	10
(21:00-22:00)	50	45	3	2
(22:00-23:00)	39	30	2	7
(23:00-24:00)	25	22	0	3
Total general	3359	2806	88	465
Promedio	140	117	4	19
Mínimo	11	7	0	2
Máximo	239	220	10	45

~~1047~~ 1048

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	19	13	3	3
(01:00-02:00)	12	10	1	1
(02:00-03:00)	11	7	2	2
(03:00-04:00)	11	6	3	2
(04:00-05:00)	18	12	3	3
(05:00-06:00)	72	47	2	23
(06:00-07:00)	188	160	10	18
(07:00-08:00)	207	182	4	21
(08:00-09:00)	211	184	6	21
(09:00-10:00)	218	192	5	21
(10:00-11:00)	191	159	7	25
(11:00-12:00)	195	149	9	37
(12:00-13:00)	193	170	2	21
(13:00-14:00)	231	200	9	22
(14:00-15:00)	251	222	7	22
(15:00-16:00)	277	236	7	34
(16:00-17:00)	295	256	7	32
(17:00-18:00)	272	240	7	25
(18:00-19:00)	223	200	6	17
(19:00-20:00)	147	128	4	15
(20:00-21:00)	112	97	3	12
(21:00-22:00)	79	64	3	12
(22:00-23:00)	63	52	3	8
(23:00-24:00)	41	29	2	10
Total general	3537	3015	115	407
Promedio	147	126	5	17
Mínimo	11	6	1	1
Máximo	295	256	10	37

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	17	12	0	5
(01:00-02:00)	14	10	1	3
(02:00-03:00)	15	8	1	6
(03:00-04:00)	28	20	3	5
(04:00-05:00)	69	45	2	22
(05:00-06:00)	134	109	4	21
(06:00-07:00)	240	213	5	22
(07:00-08:00)	263	225	3	35
(08:00-09:00)	250	213	7	30
(09:00-10:00)	199	170	3	26
(10:00-11:00)	237	199	8	30
(11:00-12:00)	195	162	4	29
(12:00-13:00)	208	170	9	29
(13:00-14:00)	235	194	10	31
(14:00-15:00)	220	184	9	27
(15:00-16:00)	225	197	5	23
(16:00-17:00)	245	212	4	29
(17:00-18:00)	200	173	4	23
(18:00-19:00)	167	141	6	20
(19:00-20:00)	116	101	3	12
(20:00-21:00)	71	59	1	11
(21:00-22:00)	45	41	0	4
(22:00-23:00)	38	28	2	8
(23:00-24:00)	16	9	1	6
Total general	3447	2895	95	457
Promedio	144	121	4	19
Mínimo	14	8	0	3
Máximo	263	225	10	35

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	36	22	6	8
(01:00-02:00)	15	13	0	2
(02:00-03:00)	12	8	1	3
(03:00-04:00)	15	8	2	5
(04:00-05:00)	24	12	3	9
(05:00-06:00)	73	52	7	14
(06:00-07:00)	198	170	6	22
(07:00-08:00)	206	181	5	20
(08:00-09:00)	219	180	7	32
(09:00-10:00)	170	153	5	12
(10:00-11:00)	242	196	6	40
(11:00-12:00)	302	235	8	59
(12:00-13:00)	199	160	4	35
(13:00-14:00)	245	211	5	29
(14:00-15:00)	248	216	6	26
(15:00-16:00)	262	226	9	27
(16:00-17:00)	313	281	6	26
(17:00-18:00)	268	247	3	18
(18:00-19:00)	218	184	8	26
(19:00-20:00)	140	119	6	15
(20:00-21:00)	97	83	4	10
(21:00-22:00)	78	58	2	18
(22:00-23:00)	61	53	2	6
(23:00-24:00)	52	43	2	7
Total general	3693	3111	113	469
Promedio	154	130	5	20
Mínimo	12	8	0	2
Máximo	313	281	9	59

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	30	18	1	11
(01:00-02:00)	16	7	2	7
(02:00-03:00)	12	5	1	6
(03:00-04:00)	30	20	3	7
(04:00-05:00)	58	36	2	20
(05:00-06:00)	142	118	7	17
(06:00-07:00)	198	164	4	30
(07:00-08:00)	242	221	5	16
(08:00-09:00)	204	172	6	26
(09:00-10:00)	213	184	1	28
(10:00-11:00)	233	193	4	36
(11:00-12:00)	208	183	2	23
(12:00-13:00)	189	160	3	26
(13:00-14:00)	232	190	8	34
(14:00-15:00)	246	200	10	36
(15:00-16:00)	254	197	6	51
(16:00-17:00)	267	219	15	33
(17:00-18:00)	214	173	7	34
(18:00-19:00)	196	172	4	20
(19:00-20:00)	132	114	1	17
(20:00-21:00)	106	99	1	6
(21:00-22:00)	60	50	0	10
(22:00-23:00)	36	31	1	4
(23:00-24:00)	18	11	1	6
Total general	3536	2937	95	504
Promedio	147	122	4	21
Mínimo	12	5	0	4
Máximo	267	221	15	51

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	26	21	2	3
(01:00-02:00)	17	13	2	2
(02:00-03:00)	11	5	1	5
(03:00-04:00)	25	16	3	6
(04:00-05:00)	23	18	2	3
(05:00-06:00)	72	46	5	21
(06:00-07:00)	187	158	4	25
(07:00-08:00)	225	191	8	26
(08:00-09:00)	223	188	6	29
(09:00-10:00)	230	189	9	32
(10:00-11:00)	194	165	5	24
(11:00-12:00)	215	193	7	15
(12:00-13:00)	229	184	3	42
(13:00-14:00)	249	227	6	16
(14:00-15:00)	302	262	4	36
(15:00-16:00)	309	270	10	29
(16:00-17:00)	373	331	9	33
(17:00-18:00)	378	330	8	40
(18:00-19:00)	272	239	9	24
(19:00-20:00)	222	195	9	18
(20:00-21:00)	172	158	4	10
(21:00-22:00)	156	134	2	20
(22:00-23:00)	136	123	2	11
(23:00-24:00)	95	85	2	8
Total general	4341	3741	122	478
Promedio	181	156	5	20
Mínimo	11	5	1	2
Máximo	378	331	10	42

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	15	9	1	5
(01:00-02:00)	20	11	0	9
(02:00-03:00)	22	15	2	5
(03:00-04:00)	42	30	2	10
(04:00-05:00)	79	50	5	24
(05:00-06:00)	145	120	5	20
(06:00-07:00)	250	214	6	30
(07:00-08:00)	265	237	6	22
(08:00-09:00)	229	202	3	24
(09:00-10:00)	246	207	3	36
(10:00-11:00)	231	199	4	28
(11:00-12:00)	247	200	7	40
(12:00-13:00)	213	177	8	28
(13:00-14:00)	252	209	8	35
(14:00-15:00)	268	229	5	34
(15:00-16:00)	284	253	4	27
(16:00-17:00)	260	215	7	38
(17:00-18:00)	261	229	4	28
(18:00-19:00)	156	138	5	13
(19:00-20:00)	106	95	0	11
(20:00-21:00)	98	87	3	8
(21:00-22:00)	62	55	0	7
(22:00-23:00)	46	43	1	2
(23:00-24:00)	36	26	2	8
Total general	3833	3250	91	492
Promedio	160	135	4	21
Mínimo	15	9	0	2
Máximo	284	253	8	40

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	53	44	4	5
(01:00-02:00)	31	29	1	1
(02:00-03:00)	25	18	3	4
(03:00-04:00)	16	12	2	2
(04:00-05:00)	33	21	2	10
(05:00-06:00)	70	56	3	11
(06:00-07:00)	148	126	9	13
(07:00-08:00)	169	140	4	25
(08:00-09:00)	231	207	4	20
(09:00-10:00)	230	203	5	22
(10:00-11:00)	229	199	5	25
(11:00-12:00)	236	205	9	22
(12:00-13:00)	279	243	4	32
(13:00-14:00)	280	249	4	27
(14:00-15:00)	277	249	9	19
(15:00-16:00)	298	271	3	24
(16:00-17:00)	271	240	4	27
(17:00-18:00)	265	241	4	20
(18:00-19:00)	223	205	2	16
(19:00-20:00)	146	131	4	11
(20:00-21:00)	122	110	2	10
(21:00-22:00)	98	83	3	12
(22:00-23:00)	64	52	4	8
(23:00-24:00)	53	51	1	1
Total general	3847	3385	95	367
Promedio	160	141	4	15
Mínimo	16	12	1	1
Máximo	298	271	9	32

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	31	22	1	8
(01:00-02:00)	10	4	1	5
(02:00-03:00)	13	8	1	4
(03:00-04:00)	26	21	2	3
(04:00-05:00)	57	45	3	9
(05:00-06:00)	118	95	4	19
(06:00-07:00)	184	163	2	19
(07:00-08:00)	197	171	7	19
(08:00-09:00)	217	189	4	24
(09:00-10:00)	228	196	2	30
(10:00-11:00)	229	187	6	36
(11:00-12:00)	228	182	9	37
(12:00-13:00)	212	184	5	23
(13:00-14:00)	206	176	5	25
(14:00-15:00)	251	215	12	24
(15:00-16:00)	263	232	8	23
(16:00-17:00)	201	183	6	12
(17:00-18:00)	209	186	2	21
(18:00-19:00)	157	140	3	14
(19:00-20:00)	116	108	1	7
(20:00-21:00)	89	87	0	2
(21:00-22:00)	48	45	2	1
(22:00-23:00)	43	41	0	2
(23:00-24:00)	28	26	0	2
Total general	3361	2906	86	369
Promedio	140	121	4	15
Mínimo	10	4	0	1
Máximo	263	232	12	37

~~1048~~ 1049

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	47	41	3	3
(01:00-02:00)	31	29	2	0
(02:00-03:00)	13	12	0	1
(03:00-04:00)	18	15	1	2
(04:00-05:00)	15	12	1	2
(05:00-06:00)	37	29	4	4
(06:00-07:00)	63	55	4	4
(07:00-08:00)	91	85	3	3
(08:00-09:00)	116	108	2	6
(09:00-10:00)	142	127	2	13
(10:00-11:00)	148	148	0	0
(11:00-12:00)	168	166	1	1
(12:00-13:00)	170	166	2	2
(13:00-14:00)	165	164	1	0
(14:00-15:00)	188	186	2	0
(15:00-16:00)	121	120	1	0
(16:00-17:00)	128	127	1	0
(17:00-18:00)	133	130	2	1
(18:00-19:00)	267	265	2	1
(19:00-20:00)	377	374	2	1
(20:00-21:00)	325	324	1	1
(21:00-22:00)	234	233	1	0
(22:00-23:00)	165	164	1	0
(23:00-24:00)	75	74	1	0
Total general	3237	3154	39	44
Promedio	135	131	2	2
Mínimo	13	12	0	0
Máximo	376.8	374	4	13

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	17	17	0	0
(01:00-02:00)	19	17	0	2
(02:00-03:00)	18	15	0	3
(03:00-04:00)	20	17	1	2
(04:00-05:00)	29	24	1	4
(05:00-06:00)	63	57	1	5
(06:00-07:00)	91	76	4	11
(07:00-08:00)	113	105	1	7
(08:00-09:00)	161	149	2	10
(09:00-10:00)	127	120	2	5
(10:00-11:00)	156	156	0	0
(11:00-12:00)	137	134	2	1
(12:00-13:00)	140	137	3	1
(13:00-14:00)	154	151	2	1
(14:00-15:00)	203	201	1	1
(15:00-16:00)	132	129	3	0
(16:00-17:00)	114	111	2	1
(17:00-18:00)	170	169	1	0
(18:00-19:00)	306	302	2	1
(19:00-20:00)	372	369	2	1
(20:00-21:00)	283	281	1	2
(21:00-22:00)	167	166	1	0
(22:00-23:00)	144	142	1	1
(23:00-24:00)	70	68	0	2
Total general	3206	3113	33	60
Promedio	134	130	1	2
Mínimo	17	15	0	0
Máximo	372	369	4	11

SNC·LAVALIN

Villa de Los Santos

Cuadro Las Tablas - Chitré, por hora de muestreo
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	56	54	1	1
(01:00-02:00)	39	35	1	3
(02:00-03:00)	29	25	1	3
(03:00-04:00)	29	24	2	3
(04:00-05:00)	65	59	1	5
(05:00-06:00)	143	122	14	7
(06:00-07:00)	455	392	56	7
(07:00-08:00)	753	690	48	15
(08:00-09:00)	693	612	42	39
(09:00-10:00)	526	477	27	22
(10:00-11:00)	479	411	42	26
(11:00-12:00)	603	546	36	21
(12:00-13:00)	637	587	31	19
(13:00-14:00)	799	746	24	29
(14:00-15:00)	479	414	35	30
(15:00-16:00)	504	447	24	33
(16:00-17:00)	553	504	12	37
(17:00-18:00)	556	492	18	46
(18:00-19:00)	494	453	18	23
(19:00-20:00)	428	396	12	20
(20:00-21:00)	211	204	3	4
(21:00-22:00)	170	156	5	9
(22:00-23:00)	152	140	1	11
(23:00-24:00)	60	59	1	0
Total general	8913	8045	455	413
Promedio	371	335	19	17
Mínimo	29	24	1	0
Máximo	799	746	56	46

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	53	50	2	1
(01:00-02:00)	24	19	2	3
(02:00-03:00)	35	31	2	2
(03:00-04:00)	36	29	2	5
(04:00-05:00)	47	36	2	9
(05:00-06:00)	381	364	14	3
(06:00-07:00)	466	399	57	10
(07:00-08:00)	678	621	33	24
(08:00-09:00)	461	396	39	26
(09:00-10:00)	412	357	30	25
(10:00-11:00)	459	405	15	39
(11:00-12:00)	562	474	45	43
(12:00-13:00)	588	510	39	39
(13:00-14:00)	736	648	30	58
(14:00-15:00)	544	474	15	55
(15:00-16:00)	563	504	24	35
(16:00-17:00)	651	597	27	27
(17:00-18:00)	700	645	21	34
(18:00-19:00)	603	549	33	21
(19:00-20:00)	465	447	3	15
(20:00-21:00)	259	246	3	10
(21:00-22:00)	293	276	9	8
(22:00-23:00)	114	108	2	4
(23:00-24:00)	81	79	0	2
Total general	9211	8264	449	498
Promedio	384	344	19	21
Mínimo	24	19	0	1
Máximo	736	648	57	58

Cuadro Chitré - Las Tablas, por hora de muestreo
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	56	55	0	1
(01:00-02:00)	42	40	0	2
(02:00-03:00)	16	15	1	0
(03:00-04:00)	20	15	0	5
(04:00-05:00)	40	33	3	4
(05:00-06:00)	91	73	8	10
(06:00-07:00)	228	182	18	28
(07:00-08:00)	569	498	45	26
(08:00-09:00)	593	537	24	32
(09:00-10:00)	515	453	24	38
(10:00-11:00)	531	465	27	39
(11:00-12:00)	520	474	27	19
(12:00-13:00)	547	460	69	18
(13:00-14:00)	666	572	54	40
(14:00-15:00)	712	642	20	50
(15:00-16:00)	627	549	36	42
(16:00-17:00)	709	636	30	43
(17:00-18:00)	833	756	33	44
(18:00-19:00)	733	702	24	7
(19:00-20:00)	403	378	12	13
(20:00-21:00)	399	381	15	3
(21:00-22:00)	276	256	12	8
(22:00-23:00)	212	200	6	6
(23:00-24:00)	83	79	1	3
Total general	9421	8451	489	481
Promedio	393	352	20	20
Mínimo	16	15	0	0
Máximo	833	756	69	50

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	53	50	2	1
(01:00-02:00)	34	32	0	2
(02:00-03:00)	24	23	1	0
(03:00-04:00)	23	21	1	1
(04:00-05:00)	30	25	1	4
(05:00-06:00)	70	57	5	8
(06:00-07:00)	420	342	36	42
(07:00-08:00)	610	573	15	22
(08:00-09:00)	525	450	33	42
(09:00-10:00)	570	498	27	45
(10:00-11:00)	559	483	21	55
(11:00-12:00)	561	510	21	30
(12:00-13:00)	574	495	54	25
(13:00-14:00)	707	615	42	50
(14:00-15:00)	593	507	36	50
(15:00-16:00)	682	615	33	34
(16:00-17:00)	702	651	24	27
(17:00-18:00)	849	804	24	21
(18:00-19:00)	540	498	30	12
(19:00-20:00)	427	408	12	7
(20:00-21:00)	389	381	6	2
(21:00-22:00)	331	314	8	9
(22:00-23:00)	192	180	10	2
(23:00-24:00)	93	85	2	6
Total general	9558	8617	444	497
Promedio	398	359	19	21
Mínimo	23	21	0	0
Máximo	849	804	54	55

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	32	32	0	0
(01:00-02:00)	30	25	2	3
(02:00-03:00)	20	14	0	6
(03:00-04:00)	15	14	0	1
(04:00-05:00)	87	73	4	10
(05:00-06:00)	104	75	15	14
(06:00-07:00)	340	282	36	22
(07:00-08:00)	694	645	33	16
(08:00-09:00)	689	630	39	20
(09:00-10:00)	452	381	42	29
(10:00-11:00)	531	474	27	30
(11:00-12:00)	479	441	18	20
(12:00-13:00)	516	465	36	15
(13:00-14:00)	520	462	33	25
(14:00-15:00)	572	507	39	26
(15:00-16:00)	641	567	45	29
(16:00-17:00)	609	552	27	30
(17:00-18:00)	594	528	24	42
(18:00-19:00)	555	513	15	27
(19:00-20:00)	378	354	15	9
(20:00-21:00)	270	243	9	18
(21:00-22:00)	278	259	10	9
(22:00-23:00)	194	182	7	5
(23:00-24:00)	73	66	1	6
Total general	8673	7784	477	412
Promedio	361	324	20	17
Mínimo	15	14	0	0
Máximo	694	645	45	42

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	32	28	0	4
(01:00-02:00)	23	22	0	1
(02:00-03:00)	19	17	0	2
(03:00-04:00)	15	13	0	2
(04:00-05:00)	43	37	0	6
(05:00-06:00)	79	65	5	9
(06:00-07:00)	269	228	21	20
(07:00-08:00)	635	576	36	23
(08:00-09:00)	523	480	21	22
(09:00-10:00)	527	465	21	41
(10:00-11:00)	605	534	30	41
(11:00-12:00)	487	420	36	31
(12:00-13:00)	635	570	42	23
(13:00-14:00)	603	567	24	12
(14:00-15:00)	632	573	30	29
(15:00-16:00)	608	552	21	35
(16:00-17:00)	598	537	24	37
(17:00-18:00)	782	744	24	14
(18:00-19:00)	770	726	24	20
(19:00-20:00)	481	438	27	16
(20:00-21:00)	352	327	15	10
(21:00-22:00)	335	309	17	9
(22:00-23:00)	254	243	4	7
(23:00-24:00)	116	109	4	3
Total general	9423	8580	426	417
Promedio	393	358	18	17
Mínimo	15	13	0	1
Máximo	782	744	42	41

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	49	46	1	2
(01:00-02:00)	34	30	1	3
(02:00-03:00)	28	21	1	6
(03:00-04:00)	27	20	1	6
(04:00-05:00)	58	49	1	8
(05:00-06:00)	126	102	11	13
(06:00-07:00)	379	327	42	10
(07:00-08:00)	635	576	36	23
(08:00-09:00)	579	510	42	27
(09:00-10:00)	512	444	39	29
(10:00-11:00)	521	426	42	53
(11:00-12:00)	543	459	42	42
(12:00-13:00)	758	624	60	74
(13:00-14:00)	702	630	45	27
(14:00-15:00)	590	543	24	23
(15:00-16:00)	649	546	45	58
(16:00-17:00)	701	648	21	32
(17:00-18:00)	594	549	18	27
(18:00-19:00)	675	630	24	21
(19:00-20:00)	643	612	15	16
(20:00-21:00)	442	422	15	5
(21:00-22:00)	307	290	9	8
(22:00-23:00)	155	148	2	5
(23:00-24:00)	105	101	0	4
Total general	9812	8753	537	522
Promedio	409	365	22	22
Mínimo	27	20	0	2
Máximo	758	648	60	74

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	69	59	0	10
(01:00-02:00)	44	43	0	1
(02:00-03:00)	16	16	0	0
(03:00-04:00)	21	16	0	5
(04:00-05:00)	42	35	3	4
(05:00-06:00)	96	78	8	10
(06:00-07:00)	239	195	18	26
(07:00-08:00)	601	534	45	22
(08:00-09:00)	587	528	36	23
(09:00-10:00)	533	489	15	29
(10:00-11:00)	544	483	33	28
(11:00-12:00)	496	450	24	22
(12:00-13:00)	663	576	42	45
(13:00-14:00)	646	585	24	37
(14:00-15:00)	705	633	33	39
(15:00-16:00)	675	627	21	27
(16:00-17:00)	637	585	21	31
(17:00-18:00)	845	777	33	35
(18:00-19:00)	760	666	66	28
(19:00-20:00)	774	650	66	58
(20:00-21:00)	504	392	74	38
(21:00-22:00)	363	293	41	29
(22:00-23:00)	227	214	2	11
(23:00-24:00)	123	114	4	5
Total general	10210	9038	609	563
Promedio	425	377	25	23
Mínimo	16	16	0	0
Máximo	845	777	74	58

~~1050~~ 1051

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	11	10	1	0
(01:00-02:00)	8	4	1	3
(02:00-03:00)	9	5	1	3
(03:00-04:00)	10	5	1	4
(04:00-05:00)	37	8	1	28
(05:00-06:00)	120	74	7	39
(06:00-07:00)	425	360	39	26
(07:00-08:00)	595	543	30	22
(08:00-09:00)	663	606	45	12
(09:00-10:00)	566	492	42	32
(10:00-11:00)	459	381	39	39
(11:00-12:00)	572	504	36	32
(12:00-13:00)	649	597	36	16
(13:00-14:00)	611	552	27	32
(14:00-15:00)	689	636	21	32
(15:00-16:00)	750	654	51	45
(16:00-17:00)	672	618	27	27
(17:00-18:00)	684	603	33	48
(18:00-19:00)	585	546	24	15
(19:00-20:00)	316	306	6	4
(20:00-21:00)	295	276	9	10
(21:00-22:00)	799	753	21	25
(22:00-23:00)	171	168	2	1
(23:00-24:00)	63	61	1	1
Total general	9759	8762	501	496
Promedio	407	365	21	21
Mínimo	8	4	1	0
Máximo	799	753	51	48

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	81	78	0	3
(01:00-02:00)	54	51	0	3
(02:00-03:00)	38	36	1	1
(03:00-04:00)	37	34	1	2
(04:00-05:00)	52	40	1	11
(05:00-06:00)	119	91	7	21
(06:00-07:00)	249	207	21	21
(07:00-08:00)	616	555	33	28
(08:00-09:00)	484	441	21	22
(09:00-10:00)	486	429	21	36
(10:00-11:00)	589	519	30	40
(11:00-12:00)	581	504	36	41
(12:00-13:00)	687	615	39	33
(13:00-14:00)	676	600	33	43
(14:00-15:00)	715	651	27	37
(15:00-16:00)	651	594	21	36
(16:00-17:00)	742	681	21	40
(17:00-18:00)	827	765	33	29
(18:00-19:00)	599	546	39	14
(19:00-20:00)	444	411	21	12
(20:00-21:00)	447	411	27	9
(21:00-22:00)	1135	1068	42	25
(22:00-23:00)	272	266	4	2
(23:00-24:00)	126	119	4	3
Total general	10707	9712	483	512
Promedio	446	405	20	21
Mínimo	37	34	0	1
Máximo	1135	1068	42	43

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	29	27	1	1
(01:00-02:00)	22	18	0	4
(02:00-03:00)	18	12	1	5
(03:00-04:00)	17	11	1	5
(04:00-05:00)	37	29	1	7
(05:00-06:00)	82	61	9	12
(06:00-07:00)	241	196	35	10
(07:00-08:00)	399	345	30	24
(08:00-09:00)	682	609	45	28
(09:00-10:00)	561	489	33	39
(10:00-11:00)	569	513	27	29
(11:00-12:00)	630	570	24	36
(12:00-13:00)	730	645	42	43
(13:00-14:00)	778	705	42	31
(14:00-15:00)	703	654	33	16
(15:00-16:00)	506	462	30	14
(16:00-17:00)	573	537	33	3
(17:00-18:00)	532	486	24	22
(18:00-19:00)	466	435	12	19
(19:00-20:00)	358	350	6	2
(20:00-21:00)	293	278	6	9
(21:00-22:00)	296	286	6	4
(22:00-23:00)	202	198	0	4
(23:00-24:00)	76	72	0	4
Total general	8800	7988	441	371
Promedio	367	333	18	15
Mínimo	17	11	0	1
Máximo	778	705	45	43

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	42	37	0	5
(01:00-02:00)	32	28	1	3
(02:00-03:00)	11	11	0	0
(03:00-04:00)	18	10	0	8
(04:00-05:00)	32	23	2	7
(05:00-06:00)	71	51	3	17
(06:00-07:00)	177	128	7	42
(07:00-08:00)	402	351	18	33
(08:00-09:00)	571	492	39	40
(09:00-10:00)	587	549	12	26
(10:00-11:00)	687	624	30	33
(11:00-12:00)	634	567	33	34
(12:00-13:00)	885	792	45	48
(13:00-14:00)	826	750	33	43
(14:00-15:00)	783	717	39	27
(15:00-16:00)	663	615	21	27
(16:00-17:00)	554	531	15	8
(17:00-18:00)	640	603	27	10
(18:00-19:00)	546	510	24	12
(19:00-20:00)	426	404	14	8
(20:00-21:00)	395	382	9	4
(21:00-22:00)	387	378	6	3
(22:00-23:00)	260	244	8	8
(23:00-24:00)	123	109	8	6
Total general	9752	8906	394	452
Promedio	406	371	16	19
Mínimo	11	10	0	0
Máximo	885	792	45	48

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	6	0	0
(01:00-02:00)	4	2	1	1
(02:00-03:00)	8	4	1	3
(03:00-04:00)	8	3	2	3
(04:00-05:00)	6	4	1	1
(05:00-06:00)	44	40	3	1
(06:00-07:00)	55	44	10	1
(07:00-08:00)	77	69	6	2
(08:00-09:00)	147	132	9	6
(09:00-10:00)	129	123	3	3
(10:00-11:00)	160	160	0	0
(11:00-12:00)	151	137	7	7
(12:00-13:00)	153	140	9	4
(13:00-14:00)	166	155	8	3
(14:00-15:00)	217	206	3	8
(15:00-16:00)	142	132	10	0
(16:00-17:00)	125	114	7	4
(17:00-18:00)	182	173	5	4
(18:00-19:00)	324	310	8	6
(19:00-20:00)	393	378	8	7
(20:00-21:00)	301	288	3	10
(21:00-22:00)	175	170	4	1
(22:00-23:00)	160	146	2	12
(23:00-24:00)	85	70	1	14
Total general	3218	3006	111	101
Promedio	134	125	5	4
Mínimo	4	2	0	0
Máximo	393	378	10	14

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	7	6	0	1
(01:00-02:00)	4	3	0	1
(02:00-03:00)	5	2	1	2
(03:00-04:00)	4	3	0	1
(04:00-05:00)	4	3	0	1
(05:00-06:00)	9	7	2	0
(06:00-07:00)	53	39	8	6
(07:00-08:00)	75	65	6	4
(08:00-09:00)	134	123	9	2
(09:00-10:00)	140	127	9	4
(10:00-11:00)	148	148	0	0
(11:00-12:00)	176	166	5	5
(12:00-13:00)	186	166	11	9
(13:00-14:00)	170	164	5	1
(14:00-15:00)	196	186	8	2
(15:00-16:00)	128	120	6	2
(16:00-17:00)	131	127	4	0
(17:00-18:00)	145	130	9	6
(18:00-19:00)	279	265	9	5
(19:00-20:00)	391	374	9	8
(20:00-21:00)	334	324	3	7
(21:00-22:00)	238	233	4	1
(22:00-23:00)	171	164	5	2
(23:00-24:00)	79	74	5	0
Total general	3207	3019	118	70
Promedio	134	126	5	3
Mínimo	4	2	0	0
Máximo	391	374	11	9

~~1057~~ 1052

Cuadro Estación Los Santos (Macaracas - Chitré)
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	6	6	0	0
(05:00-06:00)	10	9	1	0
(06:00-07:00)	59	57	1	1
(07:00-08:00)	82	75	6	1
(08:00-09:00)	48	42	6	0
(09:00-10:00)	63	60	3	0
(10:00-11:00)	58	51	3	4
(11:00-12:00)	55	48	6	1
(12:00-13:00)	54	48	6	0
(13:00-14:00)	26	26	0	0
(14:00-15:00)	59	48	1	10
(15:00-16:00)	58	51	1	6
(16:00-17:00)	63	57	6	0
(17:00-18:00)	46	39	6	1
(18:00-19:00)	51	48	0	3
(19:00-20:00)	24	21	3	0
(20:00-21:00)	12	9	3	0
(21:00-22:00)	25	25	0	0
(22:00-23:00)	16	16	0	0
(23:00-24:00)	8	7	0	1
Total general	823	743	52	28
Promedio	34	31	2	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	82	75	6	10

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	6	0	0
(01:00-02:00)	5	5	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	3	3	0	0
(04:00-05:00)	8	8	0	0
(05:00-06:00)	15	12	3	0
(06:00-07:00)	60	57	3	0
(07:00-08:00)	37	30	6	1
(08:00-09:00)	65	54	6	5
(09:00-10:00)	60	57	0	3
(10:00-11:00)	51	45	6	0
(11:00-12:00)	48	39	3	6
(12:00-13:00)	45	39	3	3
(13:00-14:00)	21	21	0	0
(14:00-15:00)	80	60	9	11
(15:00-16:00)	52	39	9	4
(16:00-17:00)	96	78	18	0
(17:00-18:00)	54	45	3	6
(18:00-19:00)	55	54	0	1
(19:00-20:00)	30	27	0	3
(20:00-21:00)	33	30	3	0
(21:00-22:00)	21	19	0	2
(22:00-23:00)	5	5	0	0
(23:00-24:00)	4	4	0	0
Total general	854	737	72	45
Promedio	36	31	3	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	96	78	18	11

Cuadro Estación Los Santos (Chitré - Macaracas)
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	1	0	1
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	7	7	0	0
(07:00-08:00)	18	9	6	3
(08:00-09:00)	33	24	6	3
(09:00-10:00)	21	18	3	0
(10:00-11:00)	51	42	6	3
(11:00-12:00)	33	21	6	6
(12:00-13:00)	42	42	0	0
(13:00-14:00)	91	91	0	0
(14:00-15:00)	6	6	0	0
(15:00-16:00)	16	12	1	3
(16:00-17:00)	18	15	0	3
(17:00-18:00)	24	15	6	3
(18:00-19:00)	37	30	6	1
(19:00-20:00)	14	12	0	2
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	13	13	0	0
(22:00-23:00)	11	10	0	1
(23:00-24:00)	5	5	0	0
Total general	450	380	41	29
Promedio	19	16	2	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	91	91	6	6

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	5	5	0	0
(01:00-02:00)	4	3	1	0
(02:00-03:00)	4	4	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	6	5	1	0
(06:00-07:00)	9	6	3	0
(07:00-08:00)	11	9	0	2
(08:00-09:00)	5	3	0	2
(09:00-10:00)	9	9	0	0
(10:00-11:00)	8	0	6	2
(11:00-12:00)	15	9	6	0
(12:00-13:00)	19	18	0	1
(13:00-14:00)	42	39	3	0
(14:00-15:00)	20	18	0	2
(15:00-16:00)	23	15	6	2
(16:00-17:00)	27	27	0	0
(17:00-18:00)	31	27	3	1
(18:00-19:00)	27	24	3	0
(19:00-20:00)	12	12	0	0
(20:00-21:00)	15	15	0	0
(21:00-22:00)	16	15	0	1
(22:00-23:00)	10	10	0	0
(23:00-24:00)	6	6	0	0
Total general	326	281	32	13
Promedio	14	12	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	42	39	6	2

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	10	10	0	0
(01:00-02:00)	6	4	1	1
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	9	9	0	0
(05:00-06:00)	15	13	1	1
(06:00-07:00)	51	45	3	3
(07:00-08:00)	67	66	0	1
(08:00-09:00)	64	51	6	7
(09:00-10:00)	51	36	3	12
(10:00-11:00)	37	24	6	7
(11:00-12:00)	43	36	3	4
(12:00-13:00)	39	33	3	3
(13:00-14:00)	51	42	3	6
(14:00-15:00)	52	45	6	1
(15:00-16:00)	48	36	0	12
(16:00-17:00)	79	69	6	4
(17:00-18:00)	73	66	6	1
(18:00-19:00)	70	66	3	1
(19:00-20:00)	33	27	3	3
(20:00-21:00)	28	24	3	1
(21:00-22:00)	23	21	0	2
(22:00-23:00)	13	13	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	867	741	56	70
Promedio	36	31	2	3
Mínimo	1	1	0	0
Máximo	79	69	6	12

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	6	0	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	0	0	1
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	6	5	1	0
(06:00-07:00)	13	6	0	7
(07:00-08:00)	19	9	9	1
(08:00-09:00)	30	18	9	3
(09:00-10:00)	26	15	9	2
(10:00-11:00)	14	6	6	2
(11:00-12:00)	22	15	6	1
(12:00-13:00)	3	0	3	0
(13:00-14:00)	15	6	9	0
(14:00-15:00)	19	12	6	1
(15:00-16:00)	23	15	6	2
(16:00-17:00)	15	9	6	0
(17:00-18:00)	24	15	9	0
(18:00-19:00)	18	12	6	0
(19:00-20:00)	24	21	3	0
(20:00-21:00)	15	15	0	0
(21:00-22:00)	19	17	2	0
(22:00-23:00)	13	12	0	1
(23:00-24:00)	6	6	0	0
Total general	336	225	90	21
Promedio	14	9	4	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	30	21	9	7

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	7	5	0	2
(05:00-06:00)	10	9	1	0
(06:00-07:00)	70	54	12	4
(07:00-08:00)	70	69	0	1
(08:00-09:00)	29	21	3	5
(09:00-10:00)	56	39	3	14
(10:00-11:00)	45	42	0	3
(11:00-12:00)	43	27	6	10
(12:00-13:00)	58	48	3	7
(13:00-14:00)	46	39	3	4
(14:00-15:00)	37	33	0	4
(15:00-16:00)	45	36	3	6
(16:00-17:00)	72	66	3	3
(17:00-18:00)	63	48	12	3
(18:00-19:00)	58	46	12	0
(19:00-20:00)	45	39	6	0
(20:00-21:00)	22	16	6	0
(21:00-22:00)	20	14	6	0
(22:00-23:00)	17	17	0	0
(23:00-24:00)	11	11	0	0
Total general	833	688	79	66
Promedio	35	29	3	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	72	69	12	14

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	5	4	0	1
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	2	1	0	1
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	12	12	0	0
(07:00-08:00)	27	15	9	3
(08:00-09:00)	16	12	3	1
(09:00-10:00)	30	15	9	6
(10:00-11:00)	29	18	6	5
(11:00-12:00)	24	9	12	3
(12:00-13:00)	19	9	3	7
(13:00-14:00)	13	6	6	1
(14:00-15:00)	22	21	0	1
(15:00-16:00)	36	33	3	0
(16:00-17:00)	27	18	9	0
(17:00-18:00)	27	24	3	0
(18:00-19:00)	44	40	4	0
(19:00-20:00)	35	32	3	0
(20:00-21:00)	57	56	1	0
(21:00-22:00)	40	40	0	0
(22:00-23:00)	13	12	0	1
(23:00-24:00)	8	8	0	0
Total general	492	391	71	30
Promedio	21	16	3	1
Mínimo	1	1	0	0
Máximo	57	56	12	7

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	5	4	1	0
(04:00-05:00)	12	12	0	0
(05:00-06:00)	21	18	3	0
(06:00-07:00)	27	24	3	0
(07:00-08:00)	55	48	6	1
(08:00-09:00)	63	57	6	0
(09:00-10:00)	62	54	6	2
(10:00-11:00)	25	21	3	1
(11:00-12:00)	74	57	6	11
(12:00-13:00)	60	51	3	6
(13:00-14:00)	81	78	0	3
(14:00-15:00)	52	45	3	4
(15:00-16:00)	71	57	3	11
(16:00-17:00)	62	39	12	11
(17:00-18:00)	59	48	0	11
(18:00-19:00)	81	75	3	3
(19:00-20:00)	45	39	0	6
(20:00-21:00)	33	30	3	0
(21:00-22:00)	33	33	0	0
(22:00-23:00)	16	16	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	939	808	61	70
Promedio	39	34	3	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	81	78	12	11

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	3	1	0	2
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	10	7	3	0
(06:00-07:00)	21	15	6	0
(07:00-08:00)	33	33	0	0
(08:00-09:00)	15	12	3	0
(09:00-10:00)	39	24	9	6
(10:00-11:00)	13	6	3	4
(11:00-12:00)	26	18	6	2
(12:00-13:00)	7	3	3	1
(13:00-14:00)	21	18	3	0
(14:00-15:00)	21	18	3	0
(15:00-16:00)	12	12	0	0
(16:00-17:00)	10	6	3	1
(17:00-18:00)	45	45	0	0
(18:00-19:00)	50	45	0	5
(19:00-20:00)	33	33	0	0
(20:00-21:00)	33	33	0	0
(21:00-22:00)	21	21	0	0
(22:00-23:00)	10	10	0	0
(23:00-24:00)	5	5	0	0
Total general	431	368	42	21
Promedio	18	15	2	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	50	45	9	6

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	15	12	1	2
(07:00-08:00)	20	15	3	2
(08:00-09:00)	82	75	6	1
(09:00-10:00)	55	45	9	1
(10:00-11:00)	70	63	6	1
(11:00-12:00)	39	30	6	3
(12:00-13:00)	66	60	6	0
(13:00-14:00)	93	72	6	15
(14:00-15:00)	69	66	3	0
(15:00-16:00)	58	45	6	7
(16:00-17:00)	46	45	0	1
(17:00-18:00)	54	54	0	0
(18:00-19:00)	51	42	6	3
(19:00-20:00)	52	52	0	0
(20:00-21:00)	35	34	1	0
(21:00-22:00)	34	34	0	0
(22:00-23:00)	26	26	0	0
(23:00-24:00)	4	4	0	0
Total general	872	777	59	36
Promedio	36	32	2	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	93	75	9	15

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	8	8	0	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	4	4	0	0
(06:00-07:00)	24	24	0	0
(07:00-08:00)	31	30	0	1
(08:00-09:00)	19	15	3	1
(09:00-10:00)	53	42	9	2
(10:00-11:00)	40	39	0	1
(11:00-12:00)	17	12	0	5
(12:00-13:00)	33	24	6	3
(13:00-14:00)	12	6	3	3
(14:00-15:00)	18	15	3	0
(15:00-16:00)	24	21	3	0
(16:00-17:00)	33	27	0	6
(17:00-18:00)	27	21	3	3
(18:00-19:00)	33	30	0	3
(19:00-20:00)	32	30	0	2
(20:00-21:00)	54	54	0	0
(21:00-22:00)	39	39	0	0
(22:00-23:00)	22	20	0	2
(23:00-24:00)	10	10	0	0
Total general	543	481	30	32
Promedio	23	20	1	1
Mínimo	2	2	0	0
Máximo	54	54	9	6

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	4	2	2	0
(06:00-07:00)	11	9	2	0
(07:00-08:00)	10	5	4	1
(08:00-09:00)	17	14	2	1
(09:00-10:00)	8	7	0	1
(10:00-11:00)	10	10	0	0
(11:00-12:00)	19	19	0	0
(12:00-13:00)	30	25	5	0
(13:00-14:00)	10	10	0	0
(14:00-15:00)	14	14	0	0
(15:00-16:00)	12	11	1	0
(16:00-17:00)	14	14	0	0
(17:00-18:00)	31	28	1	2
(18:00-19:00)	64	61	3	0
(19:00-20:00)	54	53	1	0
(20:00-21:00)	33	33	0	0
(21:00-22:00)	27	24	1	2
(22:00-23:00)	11	11	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	384	355	22	7
Promedio	16	15	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	64	61	5	2

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	3	2	1	0
(08:00-09:00)	4	2	1	1
(09:00-10:00)	2	1	1	0
(10:00-11:00)	10	10	0	0
(11:00-12:00)	7	6	1	0
(12:00-13:00)	11	8	3	0
(13:00-14:00)	15	14	1	0
(14:00-15:00)	6	6	0	0
(15:00-16:00)	4	3	1	0
(16:00-17:00)	8	7	1	0
(17:00-18:00)	9	6	2	1
(18:00-19:00)	23	22	1	0
(19:00-20:00)	27	26	1	0
(20:00-21:00)	28	26	1	1
(21:00-22:00)	24	24	0	0
(22:00-23:00)	17	17	0	0
(23:00-24:00)	8	8	0	0
Total general	209	191	15	3
Promedio	9	8	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	28	26	3	1

Cuadro dirección Macaracas - Las Tablas
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	5	5	0	0
(05:00-06:00)	11	11	0	0
(06:00-07:00)	41	41	0	0
(07:00-08:00)	52	48	3	1
(08:00-09:00)	18	15	0	3
(09:00-10:00)	48	39	3	6
(10:00-11:00)	39	36	3	0
(11:00-12:00)	33	30	3	0
(12:00-13:00)	22	22	0	0
(13:00-14:00)	24	24	0	0
(14:00-15:00)	66	54	6	6
(15:00-16:00)	42	30	0	12
(16:00-17:00)	46	42	0	4
(17:00-18:00)	52	51	0	1
(18:00-19:00)	24	24	0	0
(19:00-20:00)	30	30	0	0
(20:00-21:00)	15	15	0	0
(21:00-22:00)	17	17	0	0
(22:00-23:00)	6	6	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	594	543	18	33
Promedio	25	23	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	66	54	6	12

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	3	3	0	0
(03:00-04:00)	2	1	1	0
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	15	10	5	0
(06:00-07:00)	33	27	6	0
(07:00-08:00)	47	42	3	2
(08:00-09:00)	15	12	0	3
(09:00-10:00)	43	39	3	1
(10:00-11:00)	74	69	0	5
(11:00-12:00)	36	33	0	3
(12:00-13:00)	30	24	6	0
(13:00-14:00)	30	27	3	0
(14:00-15:00)	24	21	0	3
(15:00-16:00)	45	45	0	0
(16:00-17:00)	20	18	0	2
(17:00-18:00)	36	36	0	0
(18:00-19:00)	27	27	0	0
(19:00-20:00)	36	36	0	0
(20:00-21:00)	15	15	0	0
(21:00-22:00)	30	30	0	0
(22:00-23:00)	7	7	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	575	529	27	19
Promedio	24	22	1	1
Mínimo	1	1	0	0
Máximo	74	69	6	5

Cuadro dirección Las Tablas - Macaracas
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	8	8	0	0
(04:00-05:00)	16	16	0	0
(05:00-06:00)	40	40	0	0
(06:00-07:00)	96	96	0	0
(07:00-08:00)	48	48	0	0
(08:00-09:00)	30	21	3	6
(09:00-10:00)	33	30	0	3
(10:00-11:00)	15	12	3	0
(11:00-12:00)	15	12	0	3
(12:00-13:00)	57	57	0	0
(13:00-14:00)	9	9	0	0
(14:00-15:00)	18	18	0	0
(15:00-16:00)	30	27	0	3
(16:00-17:00)	27	27	0	0
(17:00-18:00)	69	69	0	0
(18:00-19:00)	15	15	0	0
(19:00-20:00)	21	18	0	3
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	18	18	0	0
(22:00-23:00)	15	13	2	0
(23:00-24:00)	5	5	0	0
Total general	588	562	8	18
Promedio	25	23	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	96	96	3	6

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	3	3	0	0
(06:00-07:00)	6	3	0	3
(07:00-08:00)	28	27	0	1
(08:00-09:00)	6	3	3	0
(09:00-10:00)	30	30	0	0
(10:00-11:00)	16	15	0	1
(11:00-12:00)	13	12	0	1
(12:00-13:00)	64	57	3	4
(13:00-14:00)	10	9	0	1
(14:00-15:00)	9	9	0	0
(15:00-16:00)	21	18	0	3
(16:00-17:00)	33	33	0	0
(17:00-18:00)	63	60	3	0
(18:00-19:00)	21	21	0	0
(19:00-20:00)	27	24	3	0
(20:00-21:00)	27	27	0	0
(21:00-22:00)	12	12	0	0
(22:00-23:00)	5	5	0	0
(23:00-24:00)	7	7	0	0
Total general	408	382	12	14
Promedio	17	16	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	64	60	3	4

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	3	2	1	0
(05:00-06:00)	8	7	1	0
(06:00-07:00)	75	63	12	0
(07:00-08:00)	43	36	0	7
(08:00-09:00)	28	27	0	1
(09:00-10:00)	27	21	3	3
(10:00-11:00)	22	21	0	1
(11:00-12:00)	21	18	0	3
(12:00-13:00)	39	30	6	3
(13:00-14:00)	45	33	6	6
(14:00-15:00)	18	18	0	0
(15:00-16:00)	15	15	0	0
(16:00-17:00)	46	45	0	1
(17:00-18:00)	48	45	3	0
(18:00-19:00)	55	51	3	1
(19:00-20:00)	45	39	3	3
(20:00-21:00)	33	27	6	0
(21:00-22:00)	19	18	1	0
(22:00-23:00)	11	11	0	0
(23:00-24:00)	3	2	0	1
Total general	608	533	45	30
Promedio	25	22	2	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	75	63	12	7

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	6	6	0	0
(06:00-07:00)	24	18	6	0
(07:00-08:00)	33	33	0	0
(08:00-09:00)	21	21	0	0
(09:00-10:00)	21	21	0	0
(10:00-11:00)	25	21	0	4
(11:00-12:00)	37	36	0	1
(12:00-13:00)	24	15	6	3
(13:00-14:00)	17	15	0	2
(14:00-15:00)	18	18	0	0
(15:00-16:00)	21	21	0	0
(16:00-17:00)	45	39	3	3
(17:00-18:00)	21	21	0	0
(18:00-19:00)	87	72	15	0
(19:00-20:00)	18	18	0	0
(20:00-21:00)	33	33	0	0
(21:00-22:00)	21	20	1	0
(22:00-23:00)	6	6	0	0
(23:00-24:00)	6	6	0	0
Total general	495	451	31	13
Promedio	21	19	1	1
Mínimo	1	1	0	0
Máximo	87	72	15	4

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	3	3	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	4	4	0	0
(05:00-06:00)	12	10	2	0
(06:00-07:00)	42	36	6	0
(07:00-08:00)	42	42	0	0
(08:00-09:00)	37	36	0	1
(09:00-10:00)	19	12	3	4
(10:00-11:00)	42	39	3	0
(11:00-12:00)	52	39	6	7
(12:00-13:00)	67	39	12	16
(13:00-14:00)	31	21	0	10
(14:00-15:00)	30	24	0	6
(15:00-16:00)	45	33	9	3
(16:00-17:00)	21	21	0	0
(17:00-18:00)	33	27	3	3
(18:00-19:00)	38	27	3	8
(19:00-20:00)	34	31	3	0
(20:00-21:00)	25	23	2	0
(21:00-22:00)	19	16	3	0
(22:00-23:00)	12	12	0	0
(23:00-24:00)	7	7	0	0
Total general	619	506	55	58
Promedio	26	21	2	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	67	42	12	16

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	6	5	0	1
(06:00-07:00)	18	12	6	0
(07:00-08:00)	9	6	0	3
(08:00-09:00)	21	15	3	3
(09:00-10:00)	33	30	0	3
(10:00-11:00)	28	27	0	1
(11:00-12:00)	4	3	0	1
(12:00-13:00)	21	18	3	0
(13:00-14:00)	43	42	0	1
(14:00-15:00)	32	30	0	2
(15:00-16:00)	36	33	0	3
(16:00-17:00)	27	24	0	3
(17:00-18:00)	18	18	0	0
(18:00-19:00)	10	10	0	0
(19:00-20:00)	34	34	0	0
(20:00-21:00)	9	9	0	0
(21:00-22:00)	16	16	0	0
(22:00-23:00)	10	10	0	0
(23:00-24:00)	9	8	0	1
Total general	391	357	12	22
Promedio	16	15	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	43	42	6	3

~~1057~~ 1055

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	8	4	4	0
(06:00-07:00)	10	9	1	0
(07:00-08:00)	42	36	6	0
(08:00-09:00)	37	36	0	1
(09:00-10:00)	27	27	0	0
(10:00-11:00)	37	30	3	4
(11:00-12:00)	29	24	3	2
(12:00-13:00)	37	33	3	1
(13:00-14:00)	56	48	3	5
(14:00-15:00)	63	57	0	6
(15:00-16:00)	45	42	3	0
(16:00-17:00)	6	6	0	0
(17:00-18:00)	45	33	0	12
(18:00-19:00)	43	30	6	7
(19:00-20:00)	24	24	0	0
(20:00-21:00)	18	18	0	0
(21:00-22:00)	18	18	0	0
(22:00-23:00)	10	8	0	2
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	563	491	32	40
Promedio	23	20	1	2
Mínimo	1	1	0	0
Máximo	63	57	6	12

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	27	24	3	0
(08:00-09:00)	12	9	0	3
(09:00-10:00)	25	21	0	4
(10:00-11:00)	15	15	0	0
(11:00-12:00)	7	6	0	1
(12:00-13:00)	24	21	3	0
(13:00-14:00)	34	24	6	4
(14:00-15:00)	39	39	0	0
(15:00-16:00)	18	18	0	0
(16:00-17:00)	30	30	0	0
(17:00-18:00)	33	30	0	3
(18:00-19:00)	39	36	3	0
(19:00-20:00)	18	18	0	0
(20:00-21:00)	15	9	6	0
(21:00-22:00)	30	30	0	0
(22:00-23:00)	6	6	0	0
(23:00-24:00)	6	6	0	0
Total general	385	349	21	15
Promedio	16	15	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	39	39	6	4

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	6	6	0	0
(05:00-06:00)	12	12	0	0
(06:00-07:00)	46	46	0	0
(07:00-08:00)	61	54	3	4
(08:00-09:00)	51	48	0	3
(09:00-10:00)	32	30	0	2
(10:00-11:00)	35	33	0	2
(11:00-12:00)	52	45	3	4
(12:00-13:00)	21	15	3	3
(13:00-14:00)	36	36	0	0
(14:00-15:00)	42	42	0	0
(15:00-16:00)	54	54	0	0
(16:00-17:00)	54	51	0	3
(17:00-18:00)	42	42	0	0
(18:00-19:00)	27	24	0	3
(19:00-20:00)	28	26	0	2
(20:00-21:00)	33	33	0	0
(21:00-22:00)	19	19	0	0
(22:00-23:00)	16	16	0	0
(23:00-24:00)	4	4	0	0
Total general	671	636	9	26
Promedio	28	27	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	61	54	3	4

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	4	4	0	0
(05:00-06:00)	10	10	0	0
(06:00-07:00)	24	24	0	0
(07:00-08:00)	13	12	0	1
(08:00-09:00)	33	27	3	3
(09:00-10:00)	36	33	0	3
(10:00-11:00)	33	30	3	0
(11:00-12:00)	31	30	0	1
(12:00-13:00)	37	36	0	1
(13:00-14:00)	42	42	0	0
(14:00-15:00)	28	27	0	1
(15:00-16:00)	51	48	0	3
(16:00-17:00)	49	42	3	4
(17:00-18:00)	42	42	0	0
(18:00-19:00)	18	18	0	0
(19:00-20:00)	20	20	0	0
(20:00-21:00)	17	17	0	0
(21:00-22:00)	20	19	0	1
(22:00-23:00)	16	16	0	0
(23:00-24:00)	16	16	0	0
Total general	542	515	9	18
Promedio	23	21	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	51	48	3	4

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	3	2	1	0
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	7	5	2	0
(07:00-08:00)	9	8	1	0
(08:00-09:00)	15	14	1	0
(09:00-10:00)	12	11	0	1
(10:00-11:00)	13	13	0	0
(11:00-12:00)	14	14	0	0
(12:00-13:00)	10	10	0	0
(13:00-14:00)	19	18	0	1
(14:00-15:00)	33	31	1	1
(15:00-16:00)	12	12	0	0
(16:00-17:00)	6	6	0	0
(17:00-18:00)	21	21	0	0
(18:00-19:00)	51	45	5	1
(19:00-20:00)	34	34	0	0
(20:00-21:00)	23	23	0	0
(21:00-22:00)	15	14	1	0
(22:00-23:00)	10	10	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	314	297	13	4
Promedio	13	12	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	51	45	5	1

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	5	5	0	0
(08:00-09:00)	9	8	1	0
(09:00-10:00)	8	8	0	0
(10:00-11:00)	10	10	0	0
(11:00-12:00)	8	8	0	0
(12:00-13:00)	8	7	1	0
(13:00-14:00)	12	11	0	1
(14:00-15:00)	13	12	0	1
(15:00-16:00)	5	5	0	0
(16:00-17:00)	12	10	0	2
(17:00-18:00)	22	21	0	1
(18:00-19:00)	69	65	0	4
(19:00-20:00)	16	16	0	0
(20:00-21:00)	20	20	0	0
(21:00-22:00)	15	14	0	1
(22:00-23:00)	14	14	0	0
(23:00-24:00)	14	14	0	0
Total general	262	249	3	10
Promedio	11	10	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	69	65	1	4

~~1055~~ 1056

Cuadro Estación Los Santos (Parque - Chitré)
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	14	14	0	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	4	4	0	0
(03:00-04:00)	10	10	0	0
(04:00-05:00)	10	10	0	0
(05:00-06:00)	38	38	0	0
(06:00-07:00)	69	66	3	0
(07:00-08:00)	27	24	3	0
(08:00-09:00)	57	48	9	0
(09:00-10:00)	48	45	0	3
(10:00-11:00)	57	48	9	0
(11:00-12:00)	27	21	6	0
(12:00-13:00)	29	29	0	0
(13:00-14:00)	21	21	0	0
(14:00-15:00)	22	17	5	0
(15:00-16:00)	31	22	9	0
(16:00-17:00)	40	35	5	0
(17:00-18:00)	37	32	5	0
(18:00-19:00)	48	42	6	0
(19:00-20:00)	38	35	3	0
(20:00-21:00)	42	36	5	1
(21:00-22:00)	30	27	2	1
(22:00-23:00)	23	22	1	0
(23:00-24:00)	18	17	1	0
Total general	744	667	72	5
Promedio	31	28	3	0
Mínimo	4	4	0	0
Máximo	69	66	9	3

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	3	3	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	7	6	1	0
(04:00-05:00)	11	11	0	0
(05:00-06:00)	20	20	0	0
(06:00-07:00)	39	36	3	0
(07:00-08:00)	81	63	15	3
(08:00-09:00)	57	51	6	0
(09:00-10:00)	39	36	3	0
(10:00-11:00)	57	48	9	0
(11:00-12:00)	39	39	0	0
(12:00-13:00)	60	54	6	0
(13:00-14:00)	39	39	0	0
(14:00-15:00)	21	15	6	0
(15:00-16:00)	42	36	6	0
(16:00-17:00)	45	42	3	0
(17:00-18:00)	30	27	3	0
(18:00-19:00)	57	48	9	0
(19:00-20:00)	39	39	0	0
(20:00-21:00)	42	39	3	0
(21:00-22:00)	32	30	1	1
(22:00-23:00)	28	26	2	0
(23:00-24:00)	20	18	2	0
Total general	812	730	78	4
Promedio	34	30	3	0
Mínimo	2	2	0	0
Máximo	81	63	15	3

Cuadro Estación Los Santos (Chitré - Parque)
Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	17	17	0	0
(01:00-02:00)	7	7	0	0
(02:00-03:00)	7	7	0	0
(03:00-04:00)	7	7	0	0
(04:00-05:00)	9	9	0	0
(05:00-06:00)	31	27	4	0
(06:00-07:00)	45	39	6	0
(07:00-08:00)	39	30	6	3
(08:00-09:00)	36	27	9	0
(09:00-10:00)	31	24	3	4
(10:00-11:00)	48	42	6	0
(11:00-12:00)	30	24	6	0
(12:00-13:00)	26	14	12	0
(13:00-14:00)	83	77	6	0
(14:00-15:00)	34	25	9	0
(15:00-16:00)	34	31	3	0
(16:00-17:00)	33	27	5	1
(17:00-18:00)	28	26	2	0
(18:00-19:00)	31	31	0	0
(19:00-20:00)	36	28	6	2
(20:00-21:00)	28	24	3	1
(21:00-22:00)	36	32	4	0
(22:00-23:00)	26	24	2	0
(23:00-24:00)	18	17	1	0
Total general	720	616	93	11
Promedio	30	26	4	0
Mínimo	7	7	0	0
Máximo	83	77	12	4

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	5	5	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	4	4	0	0
(04:00-05:00)	6	6	0	0
(05:00-06:00)	19	19	0	0
(06:00-07:00)	24	18	6	0
(07:00-08:00)	36	33	3	0
(08:00-09:00)	3	3	0	0
(09:00-10:00)	30	27	3	0
(10:00-11:00)	48	39	9	0
(11:00-12:00)	18	15	3	0
(12:00-13:00)	18	9	6	3
(13:00-14:00)	54	48	3	3
(14:00-15:00)	39	30	9	0
(15:00-16:00)	45	42	3	0
(16:00-17:00)	39	36	3	0
(17:00-18:00)	51	45	6	0
(18:00-19:00)	30	30	0	0
(19:00-20:00)	37	27	6	4
(20:00-21:00)	36	36	0	0
(21:00-22:00)	39	34	5	0
(22:00-23:00)	17	17	0	0
(23:00-24:00)	13	11	2	0
Total general	614	537	67	10
Promedio	26	22	3	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	54	48	9	4

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	3	3	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	3	3	0	0
(04:00-05:00)	6	5	1	0
(05:00-06:00)	19	16	1	2
(06:00-07:00)	45	39	6	0
(07:00-08:00)	39	27	12	0
(08:00-09:00)	18	18	0	0
(09:00-10:00)	42	33	3	6
(10:00-11:00)	24	18	6	0
(11:00-12:00)	67	57	6	4
(12:00-13:00)	57	42	12	3
(13:00-14:00)	39	33	6	0
(14:00-15:00)	18	15	3	0
(15:00-16:00)	24	18	6	0
(16:00-17:00)	30	21	9	0
(17:00-18:00)	45	36	9	0
(18:00-19:00)	27	21	6	0
(19:00-20:00)	39	33	6	0
(20:00-21:00)	24	15	9	0
(21:00-22:00)	29	26	2	1
(22:00-23:00)	23	23	0	0
(23:00-24:00)	10	10	0	0
Total general	635	516	103	16
Promedio	26	22	4	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	67	57	12	6

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	14	14	0	0
(06:00-07:00)	27	27	0	0
(07:00-08:00)	24	21	3	0
(08:00-09:00)	27	24	3	0
(09:00-10:00)	37	24	9	4
(10:00-11:00)	21	15	6	0
(11:00-12:00)	21	18	3	0
(12:00-13:00)	24	18	3	3
(13:00-14:00)	30	21	9	0
(14:00-15:00)	36	24	12	0
(15:00-16:00)	33	27	6	0
(16:00-17:00)	30	21	9	0
(17:00-18:00)	30	30	0	0
(18:00-19:00)	27	27	0	0
(19:00-20:00)	39	27	9	3
(20:00-21:00)	30	24	6	0
(21:00-22:00)	33	27	5	1
(22:00-23:00)	26	24	2	0
(23:00-24:00)	16	14	1	1
Total general	537	439	86	12
Promedio	22	18	4	1
Mínimo	2	2	0	0
Máximo	39	30	12	4

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	7	7	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	5	5	0	0
(04:00-05:00)	6	5	1	0
(05:00-06:00)	19	19	0	0
(06:00-07:00)	42	33	9	0
(07:00-08:00)	21	12	9	0
(08:00-09:00)	21	9	12	0
(09:00-10:00)	15	12	3	0
(10:00-11:00)	6	3	3	0
(11:00-12:00)	24	18	6	0
(12:00-13:00)	21	15	6	0
(13:00-14:00)	36	27	6	3
(14:00-15:00)	27	21	6	0
(15:00-16:00)	27	12	15	0
(16:00-17:00)	45	42	3	0
(17:00-18:00)	36	33	3	0
(18:00-19:00)	59	56	3	0
(19:00-20:00)	36	33	2	1
(20:00-21:00)	54	52	2	0
(21:00-22:00)	26	23	3	0
(22:00-23:00)	35	35	0	0
(23:00-24:00)	23	22	1	0
Total general	595	498	93	4
Promedio	25	21	4	0
Mínimo	2	2	0	0
Máximo	59	56	15	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	17	17	0	0
(01:00-02:00)	7	7	0	0
(02:00-03:00)	7	7	0	0
(03:00-04:00)	8	7	1	0
(04:00-05:00)	9	9	0	0
(05:00-06:00)	34	27	4	3
(06:00-07:00)	45	39	6	0
(07:00-08:00)	36	30	6	0
(08:00-09:00)	45	36	9	0
(09:00-10:00)	55	24	27	4
(10:00-11:00)	69	60	6	3
(11:00-12:00)	51	45	6	0
(12:00-13:00)	6	6	0	0
(13:00-14:00)	30	21	6	3
(14:00-15:00)	27	21	6	0
(15:00-16:00)	24	24	0	0
(16:00-17:00)	30	24	3	3
(17:00-18:00)	24	24	0	0
(18:00-19:00)	34	34	0	0
(19:00-20:00)	31	30	1	0
(20:00-21:00)	30	29	1	0
(21:00-22:00)	29	26	2	1
(22:00-23:00)	29	29	0	0
(23:00-24:00)	24	24	0	0
Total general	701	600	84	17
Promedio	29	25	4	1
Mínimo	6	6	0	0
Máximo	69	60	27	4

~~1056~~ 1057

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	3	3	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	6	6	0	0
(04:00-05:00)	12	12	0	0
(05:00-06:00)	28	21	7	0
(06:00-07:00)	12	12	0	0
(07:00-08:00)	41	33	6	2
(08:00-09:00)	24	18	6	0
(09:00-10:00)	39	30	6	3
(10:00-11:00)	51	42	9	0
(11:00-12:00)	45	36	9	0
(12:00-13:00)	39	33	6	0
(13:00-14:00)	33	21	12	0
(14:00-15:00)	33	24	9	0
(15:00-16:00)	37	27	3	7
(16:00-17:00)	33	30	3	0
(17:00-18:00)	48	39	6	3
(18:00-19:00)	27	21	6	0
(19:00-20:00)	48	42	6	0
(20:00-21:00)	36	30	6	0
(21:00-22:00)	24	18	3	3
(22:00-23:00)	90	88	2	0
(23:00-24:00)	38	38	0	0
Total general	749	626	105	18
Promedio	31	26	4	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	90	88	12	7

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	3	2	1	0
(05:00-06:00)	12	4	4	4
(06:00-07:00)	9	9	0	0
(07:00-08:00)	24	21	3	0
(08:00-09:00)	45	33	9	3
(09:00-10:00)	51	45	3	3
(10:00-11:00)	30	21	6	3
(11:00-12:00)	36	30	3	3
(12:00-13:00)	15	15	0	0
(13:00-14:00)	9	6	3	0
(14:00-15:00)	33	27	3	3
(15:00-16:00)	27	21	6	0
(16:00-17:00)	45	39	6	0
(17:00-18:00)	42	42	0	0
(18:00-19:00)	36	30	6	0
(19:00-20:00)	21	18	3	0
(20:00-21:00)	21	18	3	0
(21:00-22:00)	21	21	0	0
(22:00-23:00)	68	68	0	0
(23:00-24:00)	40	40	0	0
Total general	591	513	59	19
Promedio	25	21	2	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	68	68	9	4

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	23	23	0	0
(01:00-02:00)	7	7	0	0
(02:00-03:00)	7	7	0	0
(03:00-04:00)	16	16	0	0
(04:00-05:00)	17	17	0	0
(05:00-06:00)	66	66	0	0
(06:00-07:00)	114	111	3	0
(07:00-08:00)	46	42	3	1
(08:00-09:00)	54	54	0	0
(09:00-10:00)	43	36	6	1
(10:00-11:00)	66	63	3	0
(11:00-12:00)	27	21	3	3
(12:00-13:00)	69	60	9	0
(13:00-14:00)	42	39	3	0
(14:00-15:00)	33	27	3	3
(15:00-16:00)	39	30	9	0
(16:00-17:00)	48	42	6	0
(17:00-18:00)	21	18	3	0
(18:00-19:00)	51	48	3	0
(19:00-20:00)	56	56	0	0
(20:00-21:00)	37	37	0	0
(21:00-22:00)	55	54	1	0
(22:00-23:00)	38	36	2	0
(23:00-24:00)	15	15	0	0
Total general	990	925	57	8
Promedio	41	39	2	0
Mínimo	7	7	0	0
Máximo	114	111	9	3

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	10	10	0	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	5	5	0	0
(03:00-04:00)	4	4	0	0
(04:00-05:00)	5	5	0	0
(05:00-06:00)	17	16	1	0
(06:00-07:00)	23	23	0	0
(07:00-08:00)	18	18	0	0
(08:00-09:00)	24	15	6	3
(09:00-10:00)	24	24	0	0
(10:00-11:00)	33	30	3	0
(11:00-12:00)	42	39	3	0
(12:00-13:00)	9	6	3	0
(13:00-14:00)	33	30	3	0
(14:00-15:00)	18	15	3	0
(15:00-16:00)	39	33	6	0
(16:00-17:00)	33	27	6	0
(17:00-18:00)	24	24	0	0
(18:00-19:00)	30	27	3	0
(19:00-20:00)	30	26	4	0
(20:00-21:00)	29	29	0	0
(21:00-22:00)	41	39	0	2
(22:00-23:00)	32	32	0	0
(23:00-24:00)	19	19	0	0
Total general	546	500	41	5
Promedio	23	21	2	0
Mínimo	4	4	0	0
Máximo	42	39	6	3

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	6	4	2	0
(08:00-09:00)	17	16	1	0
(09:00-10:00)	10	10	0	0
(10:00-11:00)	17	17	0	0
(11:00-12:00)	14	13	1	0
(12:00-13:00)	19	16	1	2
(13:00-14:00)	15	14	1	0
(14:00-15:00)	14	14	0	0
(15:00-16:00)	15	15	0	0
(16:00-17:00)	8	7	1	0
(17:00-18:00)	17	14	2	1
(18:00-19:00)	61	52	9	0
(19:00-20:00)	51	50	1	0
(20:00-21:00)	49	48	1	0
(21:00-22:00)	32	31	0	1
(22:00-23:00)	28	28	0	0
(23:00-24:00)	12	12	0	0
Total general	395	370	21	4
Promedio	16	15	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	61	52	9	2

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	5	3	2	0
(07:00-08:00)	5	5	0	0
(08:00-09:00)	6	6	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	8	8	0	0
(11:00-12:00)	10	9	1	0
(12:00-13:00)	4	4	0	0
(13:00-14:00)	13	12	1	0
(14:00-15:00)	8	6	1	1
(15:00-16:00)	10	9	1	0
(16:00-17:00)	6	6	0	0
(17:00-18:00)	12	11	1	0
(18:00-19:00)	21	21	0	0
(19:00-20:00)	28	26	2	0
(20:00-21:00)	34	34	0	0
(21:00-22:00)	26	26	0	0
(22:00-23:00)	19	19	0	0
(23:00-24:00)	11	11	0	0
Total general	231	221	9	1
Promedio	10	9	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	34	34	2	1

SNC·LAVALIN

Macaracas

Cuadro Macaracas - Tonosí, por hora de muestreo

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	23	15	8	0
(06:00-07:00)	51	34	13	4
(07:00-08:00)	69	50	16	3
(08:00-09:00)	64	55	7	2
(09:00-10:00)	55	45	7	3
(10:00-11:00)	81	60	15	6
(11:00-12:00)	75	63	9	3
(12:00-13:00)	80	56	19	5
(13:00-14:00)	76	51	21	4
(14:00-15:00)	67	48	18	1
(15:00-16:00)	62	43	13	6
(16:00-17:00)	64	45	14	5
(17:00-18:00)	63	47	13	3
(18:00-19:00)	68	50	13	5
(19:00-20:00)	52	44	4	4
(20:00-21:00)	29	25	2	2
(21:00-22:00)	15	11	1	3
(22:00-23:00)	6	6	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	1009	757	193	59
Promedio	42	32	8	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	81	63	21	6

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	3	2	1
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	4	2	1	1
(05:00-06:00)	18	12	6	0
(06:00-07:00)	29	22	6	1
(07:00-08:00)	66	48	12	6
(08:00-09:00)	56	35	18	3
(09:00-10:00)	97	69	15	13
(10:00-11:00)	56	37	16	3
(11:00-12:00)	81	65	11	5
(12:00-13:00)	71	50	17	4
(13:00-14:00)	74	53	18	3
(14:00-15:00)	66	45	11	10
(15:00-16:00)	58	40	13	5
(16:00-17:00)	65	48	13	4
(17:00-18:00)	65	50	12	3
(18:00-19:00)	68	50	15	3
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	881	630	186	65
Promedio	37	26	8	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	97	69	18	13

Cuadro Tonosí - Macaracas, por hora de muestreo

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	4	2	0
(01:00-02:00)	2	1	0	1
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	0	1	0
(04:00-05:00)	3	3	0	0
(05:00-06:00)	23	13	10	0
(06:00-07:00)	52	38	13	1
(07:00-08:00)	53	42	11	0
(08:00-09:00)	58	50	5	3
(09:00-10:00)	52	45	5	2
(10:00-11:00)	81	60	15	6
(11:00-12:00)	71	50	12	9
(12:00-13:00)	73	50	20	3
(13:00-14:00)	74	56	15	3
(14:00-15:00)	74	60	13	1
(15:00-16:00)	62	50	10	2
(16:00-17:00)	61	45	11	5
(17:00-18:00)	59	45	9	5
(18:00-19:00)	55	48	5	2
(19:00-20:00)	28	25	1	2
(20:00-21:00)	42	38	3	1
(21:00-22:00)	12	11	0	1
(22:00-23:00)	4	4	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	947	739	161	47
Promedio	39	31	7	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	81	60	20	9

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	1	1	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	5	3	1	1
(05:00-06:00)	25	15	10	0
(06:00-07:00)	46	28	17	1
(07:00-08:00)	78	56	17	5
(08:00-09:00)	69	47	19	3
(09:00-10:00)	82	58	14	10
(10:00-11:00)	61	39	12	10
(11:00-12:00)	68	45	14	9
(12:00-13:00)	82	53	27	2
(13:00-14:00)	79	65	12	2
(14:00-15:00)	74	55	12	7
(15:00-16:00)	50	41	8	1
(16:00-17:00)	67	50	11	6
(17:00-18:00)	60	45	10	5
(18:00-19:00)	56	47	4	5
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	904	648	189	67
Promedio	38	27	8	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	82	65	27	10

~~1058~~ 1059

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	5	3	1	1
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	2	1	1	0
(05:00-06:00)	16	12	4	0
(06:00-07:00)	33	22	10	1
(07:00-08:00)	59	37	16	6
(08:00-09:00)	56	40	14	2
(09:00-10:00)	62	39	16	7
(10:00-11:00)	57	45	10	2
(11:00-12:00)	91	67	17	7
(12:00-13:00)	81	54	21	6
(13:00-14:00)	31	22	7	2
(14:00-15:00)	49	35	10	4
(15:00-16:00)	66	47	13	6
(16:00-17:00)	61	50	7	4
(17:00-18:00)	74	50	22	2
(18:00-19:00)	46	30	14	2
(19:00-20:00)	39	30	6	3
(20:00-21:00)	28	25	2	1
(21:00-22:00)	20	17	2	1
(22:00-23:00)	8	6	0	2
(23:00-24:00)	6	4	1	1
Total general	893	639	194	60
Promedio	37	27	8	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	91	67	22	7

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	8	6	1	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	0	0	1
(04:00-05:00)	4	3	1	0
(05:00-06:00)	21	9	11	1
(06:00-07:00)	41	25	13	3
(07:00-08:00)	49	35	11	3
(08:00-09:00)	75	41	26	8
(09:00-10:00)	74	47	20	7
(10:00-11:00)	64	48	10	6
(11:00-12:00)	67	45	19	3
(12:00-13:00)	64	50	11	3
(13:00-14:00)	29	20	7	2
(14:00-15:00)	53	40	8	5
(15:00-16:00)	60	50	7	3
(16:00-17:00)	46	35	7	4
(17:00-18:00)	61	45	14	2
(18:00-19:00)	45	39	6	0
(19:00-20:00)	25	22	3	0
(20:00-21:00)	37	31	3	3
(21:00-22:00)	15	14	1	0
(22:00-23:00)	9	9	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	849	615	179	55
Promedio	35	26	7	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	75	50	26	8

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	2	1	0	1
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	0	2	0
(05:00-06:00)	8	3	5	0
(06:00-07:00)	34	24	7	3
(07:00-08:00)	73	55	14	4
(08:00-09:00)	69	52	11	6
(09:00-10:00)	59	45	11	3
(10:00-11:00)	74	50	18	6
(11:00-12:00)	54	35	14	5
(12:00-13:00)	73	52	15	6
(13:00-14:00)	56	39	13	4
(14:00-15:00)	55	34	15	6
(15:00-16:00)	59	43	12	4
(16:00-17:00)	64	45	13	6
(17:00-18:00)	62	46	12	4
(18:00-19:00)	66	45	17	4
(19:00-20:00)	53	45	7	1
(20:00-21:00)	47	37	8	2
(21:00-22:00)	31	26	3	2
(22:00-23:00)	12	12	0	0
(23:00-24:00)	10	9	1	0
Total general	963	698	198	67
Promedio	40	29	8	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	74	55	18	6

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	3	2	1	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	4	0	4	0
(05:00-06:00)	10	6	4	0
(06:00-07:00)	53	37	13	3
(07:00-08:00)	58	40	15	3
(08:00-09:00)	87	63	15	9
(09:00-10:00)	57	40	12	5
(10:00-11:00)	76	55	15	6
(11:00-12:00)	52	35	15	2
(12:00-13:00)	69	46	21	2
(13:00-14:00)	60	41	12	7
(14:00-15:00)	70	50	16	4
(15:00-16:00)	42	35	6	1
(16:00-17:00)	57	40	13	4
(17:00-18:00)	54	38	9	7
(18:00-19:00)	42	35	6	1
(19:00-20:00)	50	46	3	1
(20:00-21:00)	47	40	4	3
(21:00-22:00)	23	20	1	2
(22:00-23:00)	15	14	1	0
(23:00-24:00)	6	5	1	0
Total general	938	691	187	60
Promedio	39	29	8	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	87	63	21	9

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	4	2	2	0
(05:00-06:00)	8	4	4	0
(06:00-07:00)	54	39	13	2
(07:00-08:00)	82	63	16	3
(08:00-09:00)	69	49	14	6
(09:00-10:00)	73	52	17	4
(10:00-11:00)	70	52	16	2
(11:00-12:00)	81	65	8	8
(12:00-13:00)	83	55	21	7
(13:00-14:00)	56	37	16	3
(14:00-15:00)	69	51	13	5
(15:00-16:00)	57	46	10	1
(16:00-17:00)	61	40	15	6
(17:00-18:00)	60	38	16	6
(18:00-19:00)	51	40	8	3
(19:00-20:00)	40	30	9	1
(20:00-21:00)	41	40	1	0
(21:00-22:00)	22	20	2	0
(22:00-23:00)	25	24	1	0
(23:00-24:00)	13	13	0	0
Total general	1022	763	202	57
Promedio	43	32	8	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	83	65	21	8

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	1	1	0
(01:00-02:00)	4	4	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	5	1	4	0
(05:00-06:00)	11	5	5	1
(06:00-07:00)	55	42	13	0
(07:00-08:00)	91	67	18	6
(08:00-09:00)	71	50	17	4
(09:00-10:00)	81	54	20	7
(10:00-11:00)	91	67	16	8
(11:00-12:00)	54	39	10	5
(12:00-13:00)	87	65	17	5
(13:00-14:00)	67	51	12	4
(14:00-15:00)	64	48	12	4
(15:00-16:00)	64	41	11	12
(16:00-17:00)	58	35	20	3
(17:00-18:00)	39	22	13	4
(18:00-19:00)	49	37	8	4
(19:00-20:00)	29	21	6	2
(20:00-21:00)	27	26	1	0
(21:00-22:00)	30	30	0	0
(22:00-23:00)	16	15	1	0
(23:00-24:00)	17	17	0	0
Total general	1013	739	205	69
Promedio	42	31	9	3
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	91	67	20	12

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	0	0	1
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	15	9	6	0
(06:00-07:00)	50	33	13	4
(07:00-08:00)	58	48	10	0
(08:00-09:00)	56	50	6	0
(09:00-10:00)	52	47	5	0
(10:00-11:00)	54	35	13	6
(11:00-12:00)	77	53	17	7
(12:00-13:00)	58	45	10	3
(13:00-14:00)	69	55	12	2
(14:00-15:00)	47	39	7	1
(15:00-16:00)	61	40	15	6
(16:00-17:00)	39	30	6	3
(17:00-18:00)	37	30	5	2
(18:00-19:00)	69	65	3	1
(19:00-20:00)	45	40	5	0
(20:00-21:00)	47	45	2	0
(21:00-22:00)	30	30	0	0
(22:00-23:00)	9	9	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	879	708	135	36
Promedio	37	30	6	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	77	65	17	7

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	6	5	1	0
(01:00-02:00)	3	3	0	0
(02:00-03:00)	3	3	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	15	9	4	2
(06:00-07:00)	49	36	10	3
(07:00-08:00)	70	52	14	4
(08:00-09:00)	57	45	9	3
(09:00-10:00)	51	42	8	2
(10:00-11:00)	52	35	10	7
(11:00-12:00)	67	45	13	9
(12:00-13:00)	59	43	10	6
(13:00-14:00)	70	60	8	2
(14:00-15:00)	52	40	9	3
(15:00-16:00)	50	40	9	1
(16:00-17:00)	38	28	5	5
(17:00-18:00)	30	25	3	2
(18:00-19:00)	68	65	3	0
(19:00-20:00)	55	50	3	2
(20:00-21:00)	56	55	1	0
(21:00-22:00)	25	25	0	0
(22:00-23:00)	8	8	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	887	717	120	51
Promedio	37	30	5	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	70	65	14	9

~~1058~~ 1060

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	8	8	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	2	2	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	10	5	5	0
(06:00-07:00)	38	29	8	1
(07:00-08:00)	62	50	9	3
(08:00-09:00)	49	32	15	2
(09:00-10:00)	76	57	11	8
(10:00-11:00)	59	47	11	1
(11:00-12:00)	72	60	10	2
(12:00-13:00)	65	47	16	2
(13:00-14:00)	46	31	14	1
(14:00-15:00)	41	30	9	2
(15:00-16:00)	37	27	10	0
(16:00-17:00)	32	25	7	0
(17:00-18:00)	37	30	6	1
(18:00-19:00)	41	35	6	0
(19:00-20:00)	36	25	7	4
(20:00-21:00)	27	23	2	2
(21:00-22:00)	22	20	1	1
(22:00-23:00)	13	13	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	780	603	147	30
Promedio	33	25	6	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	76	60	16	8

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	10	10	0	0
(01:00-02:00)	8	8	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	4	4	0	0
(05:00-06:00)	13	6	7	0
(06:00-07:00)	39	27	12	0
(07:00-08:00)	70	52	16	2
(08:00-09:00)	57	34	20	3
(09:00-10:00)	63	43	18	2
(10:00-11:00)	73	55	8	10
(11:00-12:00)	81	69	10	2
(12:00-13:00)	54	41	12	1
(13:00-14:00)	45	31	14	0
(14:00-15:00)	34	28	5	1
(15:00-16:00)	30	25	5	0
(16:00-17:00)	39	30	8	1
(17:00-18:00)	36	30	5	1
(18:00-19:00)	29	27	2	0
(19:00-20:00)	36	26	4	6
(20:00-21:00)	21	21	0	0
(21:00-22:00)	17	17	0	0
(22:00-23:00)	9	9	0	0
(23:00-24:00)	4	4	0	0
Total general	773	598	146	29
Promedio	32	25	6	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	81	69	20	10

Cuadro dirección Los Pozos - Macaracas

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	6	5	0	1
(06:00-07:00)	10	7	3	0
(07:00-08:00)	12	10	2	0
(08:00-09:00)	12	8	3	1
(09:00-10:00)	10	10	0	0
(10:00-11:00)	11	10	1	0
(11:00-12:00)	7	6	1	0
(12:00-13:00)	14	8	6	0
(13:00-14:00)	13	10	3	0
(14:00-15:00)	12	10	2	0
(15:00-16:00)	13	13	0	0
(16:00-17:00)	12	12	0	0
(17:00-18:00)	10	10	0	0
(18:00-19:00)	8	8	0	0
(19:00-20:00)	9	7	0	2
(20:00-21:00)	4	3	0	1
(21:00-22:00)	1	0	1	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	169	142	22	5
Promedio	7	6	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	13	6	2

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	2	0	0
(05:00-06:00)	4	3	0	1
(06:00-07:00)	7	4	3	0
(07:00-08:00)	14	11	3	0
(08:00-09:00)	9	7	1	1
(09:00-10:00)	11	10	1	0
(10:00-11:00)	12	8	2	2
(11:00-12:00)	13	11	2	0
(12:00-13:00)	14	9	5	0
(13:00-14:00)	12	9	3	0
(14:00-15:00)	6	5	0	1
(15:00-16:00)	14	13	1	0
(16:00-17:00)	12	12	0	0
(17:00-18:00)	8	8	0	0
(18:00-19:00)	7	7	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	145	119	21	5
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	13	5	2

Cuadro dirección Macaracas - Los Pozos

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	6	6	0	0
(06:00-07:00)	7	7	0	0
(07:00-08:00)	10	10	0	0
(08:00-09:00)	6	6	0	0
(09:00-10:00)	14	10	3	1
(10:00-11:00)	12	9	2	1
(11:00-12:00)	7	5	2	0
(12:00-13:00)	11	9	2	0
(13:00-14:00)	10	7	2	1
(14:00-15:00)	11	7	2	2
(15:00-16:00)	8	8	0	0
(16:00-17:00)	11	7	2	2
(17:00-18:00)	6	6	0	0
(18:00-19:00)	5	5	0	0
(19:00-20:00)	4	4	0	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	4	3	1	0
(22:00-23:00)	2	2	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	140	117	16	7
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	10	3	2

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	3	2	0	1
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	11	8	2	1
(08:00-09:00)	7	6	0	1
(09:00-10:00)	6	4	2	0
(10:00-11:00)	9	5	2	2
(11:00-12:00)	8	6	1	1
(12:00-13:00)	7	5	2	0
(13:00-14:00)	8	6	1	1
(14:00-15:00)	4	3	1	0
(15:00-16:00)	7	7	0	0
(16:00-17:00)	9	6	1	2
(17:00-18:00)	6	6	0	0
(18:00-19:00)	6	5	1	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	96	73	14	9
Promedio	4	3	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	11	8	2	2

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	2	1	1	0
(07:00-08:00)	7	5	1	1
(08:00-09:00)	7	6	1	0
(09:00-10:00)	9	5	2	2
(10:00-11:00)	11	10	1	0
(11:00-12:00)	9	3	1	5
(12:00-13:00)	14	13	1	0
(13:00-14:00)	4	3	1	0
(14:00-15:00)	3	1	1	1
(15:00-16:00)	2	1	1	0
(16:00-17:00)	9	9	0	0
(17:00-18:00)	7	6	1	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	4	3	1	0
(20:00-21:00)	4	4	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	97	75	13	9
Promedio	4	3	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	13	2	5

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	6	5	1	0
(08:00-09:00)	5	5	0	0
(09:00-10:00)	11	7	1	3
(10:00-11:00)	7	4	2	1
(11:00-12:00)	5	3	1	1
(12:00-13:00)	14	10	3	1
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	8	7	1	0
(15:00-16:00)	2	1	1	0
(16:00-17:00)	4	3	0	1
(17:00-18:00)	6	6	0	0
(18:00-19:00)	6	5	0	1
(19:00-20:00)	4	4	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	88	69	11	8
Promedio	4	3	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	10	3	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	7	5	2	0
(07:00-08:00)	17	14	3	0
(08:00-09:00)	9	7	1	1
(09:00-10:00)	6	3	1	2
(10:00-11:00)	7	4	3	0
(11:00-12:00)	7	4	2	1
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	5	3	1	1
(14:00-15:00)	6	6	0	0
(15:00-16:00)	6	5	1	0
(16:00-17:00)	12	7	5	0
(17:00-18:00)	9	7	1	1
(18:00-19:00)	6	5	0	1
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	101	74	20	7
Promedio	4	3	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	17	14	5	2

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	4	3	1	0
(07:00-08:00)	4	3	1	0
(08:00-09:00)	4	2	2	0
(09:00-10:00)	2	2	0	0
(10:00-11:00)	7	5	2	0
(11:00-12:00)	4	3	0	1
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	6	5	0	1
(14:00-15:00)	4	3	1	0
(15:00-16:00)	8	6	2	0
(16:00-17:00)	10	7	3	0
(17:00-18:00)	4	3	1	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	2	2	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	64	49	13	2
Promedio	3	2	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	7	3	1

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	0	2	0
(06:00-07:00)	6	4	2	0
(07:00-08:00)	12	8	4	0
(08:00-09:00)	4	4	0	0
(09:00-10:00)	9	6	2	1
(10:00-11:00)	13	12	0	1
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	10	8	2	0
(13:00-14:00)	10	8	0	2
(14:00-15:00)	6	5	1	0
(15:00-16:00)	9	6	3	0
(16:00-17:00)	11	6	5	0
(17:00-18:00)	12	10	1	1
(18:00-19:00)	8	8	0	0
(19:00-20:00)	4	3	0	1
(20:00-21:00)	10	10	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	5	5	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	139	111	22	6
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	13	12	5	2

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	5	4	1	0
(07:00-08:00)	5	3	2	0
(08:00-09:00)	21	21	0	0
(09:00-10:00)	5	5	0	0
(10:00-11:00)	16	11	0	5
(11:00-12:00)	3	2	1	0
(12:00-13:00)	5	4	1	0
(13:00-14:00)	2	1	1	0
(14:00-15:00)	6	2	2	2
(15:00-16:00)	7	3	3	1
(16:00-17:00)	6	5	0	1
(17:00-18:00)	10	4	4	2
(18:00-19:00)	7	6	0	1
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	4	4	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	110	83	15	12
Promedio	5	3	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	21	21	4	5

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	12	10	2	0
(07:00-08:00)	7	5	2	0
(08:00-09:00)	4	4	0	0
(09:00-10:00)	3	3	0	0
(10:00-11:00)	10	10	0	0
(11:00-12:00)	7	7	0	0
(12:00-13:00)	8	5	3	0
(13:00-14:00)	7	6	1	0
(14:00-15:00)	9	9	0	0
(15:00-16:00)	6	6	0	0
(16:00-17:00)	6	6	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	6	5	1	0
(19:00-20:00)	8	8	0	0
(20:00-21:00)	5	4	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	101	91	9	1
Promedio	4	4	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	12	10	3	1

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	6	6	0	0
(07:00-08:00)	4	3	1	0
(08:00-09:00)	6	6	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	10	10	0	0
(11:00-12:00)	9	9	0	0
(12:00-13:00)	6	4	2	0
(13:00-14:00)	6	6	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	8	7	0	1
(16:00-17:00)	10	7	3	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	7	6	0	1
(19:00-20:00)	9	9	0	0
(20:00-21:00)	5	5	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	91	83	6	2
Promedio	4	3	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	10	3	1

~~1061~~ 1062

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	5	0	0
(06:00-07:00)	5	3	2	0
(07:00-08:00)	5	4	1	0
(08:00-09:00)	11	7	4	0
(09:00-10:00)	22	17	3	2
(10:00-11:00)	19	15	3	1
(11:00-12:00)	17	16	1	0
(12:00-13:00)	11	10	1	0
(13:00-14:00)	10	9	0	1
(14:00-15:00)	5	5	0	0
(15:00-16:00)	8	8	0	0
(16:00-17:00)	14	10	4	0
(17:00-18:00)	18	15	1	2
(18:00-19:00)	10	10	0	0
(19:00-20:00)	7	7	0	0
(20:00-21:00)	11	11	0	0
(21:00-22:00)	7	6	1	0
(22:00-23:00)	3	3	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	192	165	21	6
Promedio	8	7	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	22	17	4	2

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	3	3	0	0
(07:00-08:00)	6	5	1	0
(08:00-09:00)	12	10	2	0
(09:00-10:00)	12	11	1	0
(10:00-11:00)	7	5	1	1
(11:00-12:00)	7	6	1	0
(12:00-13:00)	19	18	1	0
(13:00-14:00)	8	6	2	0
(14:00-15:00)	7	5	2	0
(15:00-16:00)	10	10	0	0
(16:00-17:00)	23	20	3	0
(17:00-18:00)	13	10	3	0
(18:00-19:00)	6	5	1	0
(19:00-20:00)	7	7	0	0
(20:00-21:00)	8	8	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	3	3	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	157	138	18	1
Promedio	7	6	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	23	20	3	1

Cuadro dirección Bella Vista - Macaracas

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	11	8	3	0
(07:00-08:00)	19	14	5	0
(08:00-09:00)	12	10	2	0
(09:00-10:00)	22	19	3	0
(10:00-11:00)	32	31	0	1
(11:00-12:00)	13	10	3	0
(12:00-13:00)	12	8	4	0
(13:00-14:00)	11	8	2	1
(14:00-15:00)	15	9	3	3
(15:00-16:00)	7	7	0	0
(16:00-17:00)	5	5	0	0
(17:00-18:00)	9	7	2	0
(18:00-19:00)	7	6	0	1
(19:00-20:00)	5	5	0	0
(20:00-21:00)	8	7	0	1
(21:00-22:00)	6	4	2	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	200	163	30	7
Promedio	8	7	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	32	31	5	3

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	0	1	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	4	4	0	0
(06:00-07:00)	12	6	4	2
(07:00-08:00)	14	13	0	1
(08:00-09:00)	9	7	2	0
(09:00-10:00)	9	8	1	0
(10:00-11:00)	14	11	2	1
(11:00-12:00)	18	15	2	1
(12:00-13:00)	16	11	5	0
(13:00-14:00)	11	8	2	1
(14:00-15:00)	11	10	0	1
(15:00-16:00)	7	6	0	1
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	8	7	1	0
(18:00-19:00)	8	7	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	145	116	20	9
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	18	15	5	2

Cuadro dirección Macaracas - Bella Vista

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	4	3	1	0
(06:00-07:00)	10	5	5	0
(07:00-08:00)	16	10	5	1
(08:00-09:00)	13	9	3	1
(09:00-10:00)	29	20	3	6
(10:00-11:00)	11	9	0	2
(11:00-12:00)	13	13	0	0
(12:00-13:00)	11	10	0	1
(13:00-14:00)	11	11	0	0
(14:00-15:00)	10	10	0	0
(15:00-16:00)	12	10	1	1
(16:00-17:00)	5	5	0	0
(17:00-18:00)	5	5	0	0
(18:00-19:00)	10	9	1	0
(19:00-20:00)	11	10	1	0
(20:00-21:00)	6	6	0	0
(21:00-22:00)	7	6	1	0
(22:00-23:00)	4	3	1	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	192	158	22	12
Promedio	8	7	1	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	29	20	5	6

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	0	1	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	3	2	0
(06:00-07:00)	7	6	1	0
(07:00-08:00)	7	7	0	0
(08:00-09:00)	4	4	0	0
(09:00-10:00)	9	8	0	1
(10:00-11:00)	14	10	2	2
(11:00-12:00)	10	10	0	0
(12:00-13:00)	9	8	0	1
(13:00-14:00)	10	10	0	0
(14:00-15:00)	14	13	1	0
(15:00-16:00)	13	11	1	1
(16:00-17:00)	2	2	0	0
(17:00-18:00)	4	4	0	0
(18:00-19:00)	11	10	1	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	120	106	9	5
Promedio	5	4	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	13	2	2

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	3	2	0	1
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	5	4	1	0
(06:00-07:00)	12	8	4	0
(07:00-08:00)	13	9	3	1
(08:00-09:00)	16	12	3	1
(09:00-10:00)	11	6	2	3
(10:00-11:00)	7	5	2	0
(11:00-12:00)	13	9	2	2
(12:00-13:00)	8	8	0	0
(13:00-14:00)	3	1	1	1
(14:00-15:00)	10	8	2	0
(15:00-16:00)	5	5	0	0
(16:00-17:00)	4	4	0	0
(17:00-18:00)	10	7	2	1
(18:00-19:00)	8	8	0	0
(19:00-20:00)	6	4	2	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	3	1	1	1
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	142	106	25	11
Promedio	6	4	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	16	12	4	3

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	5	5	0	0
(07:00-08:00)	7	6	1	0
(08:00-09:00)	19	14	2	3
(09:00-10:00)	12	9	3	0
(10:00-11:00)	22	15	5	2
(11:00-12:00)	14	13	1	0
(12:00-13:00)	9	7	1	1
(13:00-14:00)	5	4	0	1
(14:00-15:00)	13	11	2	0
(15:00-16:00)	10	8	2	0
(16:00-17:00)	10	9	0	1
(17:00-18:00)	17	11	3	3
(18:00-19:00)	9	8	1	0
(19:00-20:00)	11	11	0	0
(20:00-21:00)	9	8	1	0
(21:00-22:00)	2	1	1	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	182	147	24	11
Promedio	8	6	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	22	15	5	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	12	8	3	1
(07:00-08:00)	21	18	2	1
(08:00-09:00)	17	13	3	1
(09:00-10:00)	20	20	0	0
(10:00-11:00)	11	8	3	0
(11:00-12:00)	9	6	2	1
(12:00-13:00)	12	6	3	3
(13:00-14:00)	12	12	0	0
(14:00-15:00)	13	12	1	0
(15:00-16:00)	7	5	0	2
(16:00-17:00)	15	13	1	1
(17:00-18:00)	6	6	0	0
(18:00-19:00)	11	11	0	0
(19:00-20:00)	10	10	0	0
(20:00-21:00)	13	12	0	1
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	196	167	18	11
Promedio	8	7	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	21	20	3	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	6	4	2	0
(07:00-08:00)	6	4	2	0
(08:00-09:00)	4	4	0	0
(09:00-10:00)	5	5	0	0
(10:00-11:00)	12	10	2	0
(11:00-12:00)	8	7	1	0
(12:00-13:00)	11	6	2	3
(13:00-14:00)	25	21	3	1
(14:00-15:00)	9	7	2	0
(15:00-16:00)	6	4	1	1
(16:00-17:00)	10	10	0	0
(17:00-18:00)	7	6	1	0
(18:00-19:00)	9	7	2	0
(19:00-20:00)	5	5	0	0
(20:00-21:00)	9	7	2	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	2	2	0	0
Total general	135	110	20	5
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	25	21	3	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	12	9	2	1
(07:00-08:00)	10	9	1	0
(08:00-09:00)	12	10	2	0
(09:00-10:00)	14	10	4	0
(10:00-11:00)	16	11	3	2
(11:00-12:00)	14	10	2	2
(12:00-13:00)	12	11	1	0
(13:00-14:00)	14	14	0	0
(14:00-15:00)	10	10	0	0
(15:00-16:00)	10	6	3	1
(16:00-17:00)	18	13	5	0
(17:00-18:00)	19	10	6	3
(18:00-19:00)	10	10	0	0
(19:00-20:00)	15	15	0	0
(20:00-21:00)	7	7	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	9	9	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	214	175	30	9
Promedio	9	7	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	19	15	6	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	9	6	3	0
(07:00-08:00)	8	7	1	0
(08:00-09:00)	14	12	2	0
(09:00-10:00)	13	8	5	0
(10:00-11:00)	17	13	2	2
(11:00-12:00)	11	11	0	0
(12:00-13:00)	5	5	0	0
(13:00-14:00)	9	7	1	1
(14:00-15:00)	13	10	3	0
(15:00-16:00)	11	7	3	1
(16:00-17:00)	14	11	3	0
(17:00-18:00)	6	6	0	0
(18:00-19:00)	11	11	0	0
(19:00-20:00)	15	5	10	0
(20:00-21:00)	10	10	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	5	5	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	177	140	33	4
Promedio	7	6	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	17	13	10	2

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	1	0	1
(06:00-07:00)	7	6	1	0
(07:00-08:00)	10	4	4	2
(08:00-09:00)	3	0	2	1
(09:00-10:00)	1	0	1	0
(10:00-11:00)	15	13	2	0
(11:00-12:00)	11	10	0	1
(12:00-13:00)	10	5	2	3
(13:00-14:00)	15	15	0	0
(14:00-15:00)	13	10	2	1
(15:00-16:00)	15	14	1	0
(16:00-17:00)	4	4	0	0
(17:00-18:00)	7	7	0	0
(18:00-19:00)	8	7	1	0
(19:00-20:00)	7	6	0	1
(20:00-21:00)	6	6	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	144	118	16	10
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	15	15	4	3

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	12	12	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	6	2	2	2
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	9	7	0	2
(11:00-12:00)	16	12	2	2
(12:00-13:00)	8	5	0	3
(13:00-14:00)	14	13	1	0
(14:00-15:00)	15	14	1	0
(15:00-16:00)	9	6	2	1
(16:00-17:00)	5	5	0	0
(17:00-18:00)	10	9	1	0
(18:00-19:00)	12	9	2	1
(19:00-20:00)	6	6	0	0
(20:00-21:00)	9	9	0	0
(21:00-22:00)	3	3	0	0
(22:00-23:00)	2	2	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	141	118	12	11
Promedio	6	5	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	16	14	2	3

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	1	0	1
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	2	1	0
(06:00-07:00)	7	5	2	0
(07:00-08:00)	15	12	3	0
(08:00-09:00)	12	8	4	0
(09:00-10:00)	12	10	2	0
(10:00-11:00)	19	19	0	0
(11:00-12:00)	15	15	0	0
(12:00-13:00)	10	9	1	0
(13:00-14:00)	13	12	1	0
(14:00-15:00)	14	14	0	0
(15:00-16:00)	8	8	0	0
(16:00-17:00)	11	10	1	0
(17:00-18:00)	20	20	0	0
(18:00-19:00)	12	10	2	0
(19:00-20:00)	12	10	0	2
(20:00-21:00)	11	11	0	0
(21:00-22:00)	4	3	0	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	202	181	17	4
Promedio	8	8	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	20	20	4	2

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	5	5	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	4	1	0
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	17	14	3	0
(08:00-09:00)	12	9	3	0
(09:00-10:00)	19	13	6	0
(10:00-11:00)	23	20	3	0
(11:00-12:00)	15	14	1	0
(12:00-13:00)	27	24	3	0
(13:00-14:00)	11	10	1	0
(14:00-15:00)	6	5	1	0
(15:00-16:00)	7	7	0	0
(16:00-17:00)	15	15	0	0
(17:00-18:00)	27	23	4	0
(18:00-19:00)	7	7	0	0
(19:00-20:00)	9	9	0	0
(20:00-21:00)	11	11	0	0
(21:00-22:00)	4	4	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	225	198	27	0
Promedio	9	8	1	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	27	24	6	0

Cuadro dirección Tonosí - Bella Vista

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	4	4	0	0
(06:00-07:00)	3	3	0	0
(07:00-08:00)	6	6	0	0
(08:00-09:00)	2	2	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	5	5	0	0
(11:00-12:00)	1	1	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	2	1	0	1
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	37	36	0	1
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	6	0	1

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	0	1	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	3	2	0	1
(11:00-12:00)	1	1	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	2	1	0	1
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	20	16	2	2
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	3	1	1

Cuadro dirección Bella Vista - Tonosí

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	3	3	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	3	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	9	6	0	3
(08:00-09:00)	5	5	0	0
(09:00-10:00)	2	2	0	0
(10:00-11:00)	6	5	0	1
(11:00-12:00)	1	1	0	0
(12:00-13:00)	2	1	0	1
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	2	2	0	0
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	41	36	0	5
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	9	6	0	3

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	4	3	1	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	1	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	1	1	0	0
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	2	1	0	1
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	3	3	0	0
(16:00-17:00)	4	4	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	26	23	2	1
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	4	1	1

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	2	2	0	0
(08:00-09:00)	2	2	0	0
(09:00-10:00)	1	0	1	0
(10:00-11:00)	3	3	0	0
(11:00-12:00)	2	1	0	1
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	2	1	1	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	25	21	3	1
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	3	1	1

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	2	2	0	0
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	8	8	0	0
(11:00-12:00)	4	4	0	0
(12:00-13:00)	3	2	0	1
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	2	2	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	3	3	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	0	1	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	2	1	1	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	38	33	3	2
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	8	8	1	1

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	5	2	3	0
(10:00-11:00)	3	3	0	0
(11:00-12:00)	2	1	0	1
(12:00-13:00)	3	0	0	3
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	5	0	5	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	3	3	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	35	23	8	4
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	3	5	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	3	3	0	0
(11:00-12:00)	3	2	0	1
(12:00-13:00)	3	1	1	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	4	4	0	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	3	3	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	27	23	1	3
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	4	1	1

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	4	4	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	1	0	0
(09:00-10:00)	6	5	1	0
(10:00-11:00)	6	5	0	1
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	2	2	0	0
(15:00-16:00)	4	1	0	3
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	4	4	0	0
(19:00-20:00)	5	5	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	2	2	0	0
(22:00-23:00)	1	0	1	0
(23:00-24:00)	4	4	0	0
Total general	47	40	2	5
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	5	1	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	3	3	0	0
(08:00-09:00)	2	2	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	4	3	1	0
(11:00-12:00)	3	2	0	1
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	3	2	1	0
(16:00-17:00)	2	1	0	1
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	4	4	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	3	3	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	34	30	2	2
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	4	1	1

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	2	2	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	3	3	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	16	16	0	0
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	3	0	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	2	2	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	3	2	1	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	2	2	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	15	14	1	0
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	2	1	0

~~1065~~ 1066

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	4	3	1	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	6	6	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	2	2	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	4	3	1	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	4	3	1	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	35	32	3	0
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	6	1	0

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	2	0	0
(06:00-07:00)	1	0	1	0
(07:00-08:00)	3	2	1	0
(08:00-09:00)	1	1	0	0
(09:00-10:00)	6	6	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	5	5	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	2	2	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	6	2	3	1
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	38	32	5	1
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	6	3	1

Cuadro dirección Tonosí - Los Pozos

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	4	4	0	0
(07:00-08:00)	8	7	1	0
(08:00-09:00)	9	9	0	0
(09:00-10:00)	10	10	0	0
(10:00-11:00)	10	8	2	0
(11:00-12:00)	2	2	0	0
(12:00-13:00)	3	3	0	0
(13:00-14:00)	3	2	1	0
(14:00-15:00)	4	3	1	0
(15:00-16:00)	2	2	0	0
(16:00-17:00)	5	4	1	0
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	1	1	0	0
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	66	60	6	0
Promedio	3	3	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	10	2	0

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	2	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	2	1	1	0
(06:00-07:00)	3	3	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	1	1	0	0
(11:00-12:00)	2	1	1	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	4	2	2	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	3	2	1	0
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	24	19	5	0
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	3	2	0

Cuadro dirección Los Pozos - Tonosí

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	10	8	2	0
(08:00-09:00)	6	6	0	0
(09:00-10:00)	7	6	0	1
(10:00-11:00)	3	3	0	0
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	9	7	2	0
(14:00-15:00)	7	6	1	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	7	5	2	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	3	3	0	0
(22:00-23:00)	2	2	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	70	62	7	1
Promedio	3	3	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	8	2	1

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	2	0	1
(06:00-07:00)	4	3	0	1
(07:00-08:00)	9	9	0	0
(08:00-09:00)	4	3	0	1
(09:00-10:00)	3	2	1	0
(10:00-11:00)	3	3	0	0
(11:00-12:00)	2	2	0	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	8	7	1	0
(14:00-15:00)	5	4	1	0
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	8	6	2	0
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	2	2	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	55	47	5	3
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	9	9	2	1

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	1	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	3	2	0	1
(07:00-08:00)	4	3	1	0
(08:00-09:00)	3	2	0	1
(09:00-10:00)	2	1	1	0
(10:00-11:00)	2	1	0	1
(11:00-12:00)	3	2	0	1
(12:00-13:00)	3	3	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	4	4	0	0
(15:00-16:00)	4	3	0	1
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	5	3	1	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	1	0	0
(20:00-21:00)	1	1	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	41	32	3	6
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	4	1	1

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	1	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	3	2	1	0
(07:00-08:00)	4	3	0	1
(08:00-09:00)	2	2	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	4	2	2	0
(11:00-12:00)	5	4	1	0
(12:00-13:00)	4	3	1	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	2	2	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	37	29	6	2
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	4	2	1

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	0	1	1
(06:00-07:00)	6	5	1	0
(07:00-08:00)	2	1	1	0
(08:00-09:00)	3	2	1	0
(09:00-10:00)	5	5	0	0
(10:00-11:00)	5	4	0	1
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	4	2	0	2
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	1	0	0
(17:00-18:00)	4	4	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	2	0	2	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	2	2	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	44	34	6	4
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	5	2	2

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	1	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	5	3	2	0
(07:00-08:00)	2	1	0	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	1	0	0
(10:00-11:00)	3	2	0	1
(11:00-12:00)	5	4	0	1
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	2	1	1	0
(14:00-15:00)	4	3	0	1
(15:00-16:00)	1	1	0	0
(16:00-17:00)	3	2	0	1
(17:00-18:00)	1	1	0	0
(18:00-19:00)	1	1	0	0
(19:00-20:00)	3	2	1	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	33	24	4	5
Promedio	1	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	4	2	1

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	3	0	0
(06:00-07:00)	8	7	1	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	3	2	1	0
(09:00-10:00)	2	2	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	2	1	0	1
(13:00-14:00)	1	1	0	0
(14:00-15:00)	4	4	0	0
(15:00-16:00)	2	2	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	4	2	0	2
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	2	2	0	0
(22:00-23:00)	3	3	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	39	34	2	3
Promedio	2	1	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	8	7	1	2

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	1	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	1	0	0
(05:00-06:00)	3	3	0	0
(06:00-07:00)	3	3	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	6	5	1	0
(09:00-10:00)	5	4	1	0
(10:00-11:00)	6	5	1	0
(11:00-12:00)	3	2	1	0
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	4	4	0	0
(15:00-16:00)	4	1	0	3
(16:00-17:00)	2	2	0	0
(17:00-18:00)	1	0	1	0
(18:00-19:00)	4	3	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	1	1	0	0
(22:00-23:00)	1	1	0	0
(23:00-24:00)	3	3	0	0
Total general	54	44	6	4
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	5	1	3

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	4	4	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	2	0	0
(07:00-08:00)	1	1	0	0
(08:00-09:00)	1	1	0	0
(09:00-10:00)	2	1	1	0
(10:00-11:00)	5	3	2	0
(11:00-12:00)	3	1	2	0
(12:00-13:00)	2	2	0	0
(13:00-14:00)	5	5	0	0
(14:00-15:00)	5	5	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	4	4	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	5	5	0	0
(19:00-20:00)	2	2	0	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	5	5	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	52	47	5	0
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	5	2	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	1	0	1
(06:00-07:00)	4	3	0	1
(07:00-08:00)	1	0	1	0
(08:00-09:00)	2	1	0	1
(09:00-10:00)	2.25	1.25	0	1
(10:00-11:00)	6	6	0	0
(11:00-12:00)	3	3	0	0
(12:00-13:00)	7	7	0	0
(13:00-14:00)	3	3	0	0
(14:00-15:00)	3	3	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	3	3	0	0
(17:00-18:00)	3	3	0	0
(18:00-19:00)	7	7	0	0
(19:00-20:00)	1	1	0	0
(20:00-21:00)	2	2	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	50.25	44.25	1	5
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	7	7	1	1

~~1067~~ 1068

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	3	3	0	0
(01:00-02:00)	2	2	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	1	0	0
(07:00-08:00)	3	3	0	0
(08:00-09:00)	5	4	1	0
(09:00-10:00)	1	0	1	0
(10:00-11:00)	1	1	0	0
(11:00-12:00)	7	7	0	0
(12:00-13:00)	1	1	0	0
(13:00-14:00)	3	3	0	0
(14:00-15:00)	5	5	0	0
(15:00-16:00)	3	3	0	0
(16:00-17:00)	8	8	0	0
(17:00-18:00)	3	2	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	3	3	0	0
(20:00-21:00)	5	5	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	54	51	2	1
Promedio	2	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	8	8	1	1

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	1	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	1	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	4	2	1	1
(07:00-08:00)	5	4	1	0
(08:00-09:00)	3	3	0	0
(09:00-10:00)	5	5	0	0
(10:00-11:00)	4	3	1	0
(11:00-12:00)	7	7	0	0
(12:00-13:00)	3	3	0	0
(13:00-14:00)	2	2	0	0
(14:00-15:00)	4	4	0	0
(15:00-16:00)	2	2	0	0
(16:00-17:00)	5	5	0	0
(17:00-18:00)	5	5	0	0
(18:00-19:00)	3	3	0	0
(19:00-20:00)	3	3	0	0
(20:00-21:00)	3	3	0	0
(21:00-22:00)	2	2	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	63	59	3	1
Promedio	3	2	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	7	7	1	1

SNC·LAVALIN

Río Quema

~~1068~~
1069

Cuadro dirección Macaracas - Proyecto

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	4	0	1	3
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	4	0	1	3
(10:00-11:00)	7	0	4	3
(11:00-12:00)	3	0	1	2
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	3	0	1	2
(14:00-15:00)	2	0	0	2
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	2	0	1	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	29	0	9	20
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	7	0	4	3

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	5	0	2	3
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	2	0	0	2
(10:00-11:00)	3	0	1	2
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	3	0	0	3
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	2	1	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	25	1	4	20
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	1	2	3

Cuadro dirección Proyecto - Macaracas

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	11	1	5	5
(10:00-11:00)	4	1	1	2
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	3	0	1	2
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	2	0	0	2
(17:00-18:00)	2	1	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	29	3	7	19
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	11	1	5	5

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	1	0	0	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	3	0	1	2
(12:00-13:00)	2	0	0	2
(13:00-14:00)	2	0	1	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	18	0	3	15
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	2

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	2	0	0	2
(08:00-09:00)	2	0	1	1
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	0	0	1
Total general	19	0	1	18
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	2

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	2	0	1	1
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	1	1
(14:00-15:00)	2	0	0	2
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	2	0	0	2
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	18	0	3	15
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	2

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	4	0	1	3
(08:00-09:00)	2	0	0	2
(09:00-10:00)	2	0	0	2
(10:00-11:00)	3	0	1	2
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	2	0	0	2
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	2	0	0	2
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	26	0	2	24
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	0	1	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	3	0	1	2
(10:00-11:00)	2	0	0	2
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	4	0	2	2
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	2	0	0	2
(17:00-18:00)	3	0	0	3
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	22	0	3	19
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	0	2	3

~~1069~~ 1070

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	0	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	3	0	0	3
(08:00-09:00)	4	0	2	2
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	22	0	3	19
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	0	2	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	2	0	1	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	2	0	1	1
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	3	1	0	2
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	18	1	3	14
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	1	1	2

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	0	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	4	0	1	3
(08:00-09:00)	7	0	4	3
(09:00-10:00)	4	0	2	2
(10:00-11:00)	3	2	0	1
(11:00-12:00)	1	0	1	0
(12:00-13:00)	2	1	0	1
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	1	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	28	3	9	16
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	7	2	4	3

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	2	0	1	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	1	0	0	1
(08:00-09:00)	5	0	3	2
(09:00-10:00)	4	0	2	2
(10:00-11:00)	5	0	1	4
(11:00-12:00)	2	0	1	1
(12:00-13:00)	2	1	0	1
(13:00-14:00)	1	0	1	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	26	1	9	16
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	1	3	4

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	10	0	2	8
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	3	0	1	2
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	1	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	11	0	2	9
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	2

~~1070~~ 1071

Cuadro dirección Tonosí - Proyecto

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	3	1	1	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	6	1	1	4
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	1	1	1

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	4	0	0	4
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1

Cuadro dirección Proyecto - Tonosí

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	4	0	0	4
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	5	0	0	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1.33333	0	0	1.333333

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	5	0	0	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	0	0	1
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	7	0	0	7
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	6	0	1	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	2

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	2	0	1	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	6	0	1	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1

~~1071~~ 1072

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	1	0	1	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	1	1	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	7	1	1	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	1	1	1

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	1	0	1	0
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	4	0	1	3
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	1	1

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	2	0	1	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	6	0	1	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	2	0	1	1
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	7	0	2	5
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	1	0	1	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	5	0	1	4
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	1	1
Máximo	5	0	1	4

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	4	0	1	3
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1
Máximo	4	0	1	3

Cuadro dirección Tonosí - Macaracas

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	1	0	0	1
(03:00-04:00)	1	0	0	1
(04:00-05:00)	2	0	1	1
(05:00-06:00)	2	0	1	1
(06:00-07:00)	9	4	1	4
(07:00-08:00)	9	6	0	3
(08:00-09:00)	5	0	2	3
(09:00-10:00)	6	2	2	2
(10:00-11:00)	5	1	1	3
(11:00-12:00)	6	2	1	3
(12:00-13:00)	8	4	1	3
(13:00-14:00)	7	2	1	4
(14:00-15:00)	10	2	1	7
(15:00-16:00)	11	1	3	7
(16:00-17:00)	12	2	4	6
(17:00-18:00)	6	1	1	4
(18:00-19:00)	6	1	3	2
(19:00-20:00)	3	1	0	2
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	109	29	23	57
Promedio	5	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	12	6	4	7

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	2	1	0	1
(04:00-05:00)	1	0	0	1
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	6	3	0	3
(07:00-08:00)	10	6	0	4
(08:00-09:00)	2	0	1	1
(09:00-10:00)	7	2	2	3
(10:00-11:00)	5	1	1	3
(11:00-12:00)	10	3	2	5
(12:00-13:00)	3	0	0	3
(13:00-14:00)	8	2	1	5
(14:00-15:00)	7	1	2	4
(15:00-16:00)	14	6	2	6
(16:00-17:00)	4	0	2	2
(17:00-18:00)	12	1	4	7
(18:00-19:00)	5	2	0	3
(19:00-20:00)	2	1	0	2
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	2	1	0	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	101	30	17	55
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	6	4	7

Cuadro dirección Macaracas - Tonosí

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	0	0	1
(05:00-06:00)	2	1	0	1
(06:00-07:00)	5	0	1	4
(07:00-08:00)	5	1	0	4
(08:00-09:00)	6	1	1	4
(09:00-10:00)	6	0	2	4
(10:00-11:00)	6	3	1	2
(11:00-12:00)	12	2	5	5
(12:00-13:00)	5	3	0	2
(13:00-14:00)	5	2	0	3
(14:00-15:00)	9	0	4	5
(15:00-16:00)	9	2	2	5
(16:00-17:00)	7	2	1	4
(17:00-18:00)	4	1	1	2
(18:00-19:00)	2	0	0	2
(19:00-20:00)	1	0	1	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	1	0	0	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	88	18	19	51
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	12	3	5	5

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	0	1	1
(05:00-06:00)	2	0	0	2
(06:00-07:00)	5	2	0	3
(07:00-08:00)	11	4	1	6
(08:00-09:00)	4	1	0	3
(09:00-10:00)	11	1	5	5
(10:00-11:00)	9	1	3	5
(11:00-12:00)	14	4	4	6
(12:00-13:00)	8	3	1	4
(13:00-14:00)	6	1	1	4
(14:00-15:00)	9	4	1	4
(15:00-16:00)	11	4	3	4
(16:00-17:00)	5	2	1	2
(17:00-18:00)	8	3	0	5
(18:00-19:00)	2	0	0	2
(19:00-20:00)	2	1	0	1
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	108	31	21	57
Promedio	5	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	4	5	6

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	0	1	1
(05:00-06:00)	2	0	1	1
(06:00-07:00)	10	5	0	5
(07:00-08:00)	7	3	1	3
(08:00-09:00)	5	2	1	2
(09:00-10:00)	5	2	0	3
(10:00-11:00)	9	3	2	4
(11:00-12:00)	11	2	3	6
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	8	3	0	5
(14:00-15:00)	10	1	3	6
(15:00-16:00)	4	2	0	2
(16:00-17:00)	6	1	2	3
(17:00-18:00)	10	1	3	6
(18:00-19:00)	11	6	1	4
(19:00-20:00)	3	1	0	2
(20:00-21:00)	6	1	2	3
(21:00-22:00)	2	1	0	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	113	34	21	58
Promedio	5	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	11	6	3	6

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	3	1	1	1
(06:00-07:00)	6	2	0	4
(07:00-08:00)	7	1	2	4
(08:00-09:00)	10	1	3	6
(09:00-10:00)	6	1	2	3
(10:00-11:00)	7	1	2	4
(11:00-12:00)	12	3	3	6
(12:00-13:00)	3	1	1	1
(13:00-14:00)	4	2	1	1
(14:00-15:00)	7	3	1	3
(15:00-16:00)	6	3	1	2
(16:00-17:00)	4	2	0	2
(17:00-18:00)	7	3	0	4
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	4	1	0	3
(20:00-21:00)	2	1	0	1
(21:00-22:00)	1	0	0	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	0	0	1
Total general	89	26	17	46
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	12	3	3	6

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	0	0	1
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	2	0	1	1
(05:00-06:00)	3	2	0	1
(06:00-07:00)	6	2	0	4
(07:00-08:00)	10	4	3	3
(08:00-09:00)	7	4	0	3
(09:00-10:00)	5	2	0	3
(10:00-11:00)	7	1	2	4
(11:00-12:00)	10	2	4	4
(12:00-13:00)	7	3	0	4
(13:00-14:00)	10	1	4	5
(14:00-15:00)	14	3	4	7
(15:00-16:00)	5	1	1	3
(16:00-17:00)	4	0	1	3
(17:00-18:00)	11	1	4	6
(18:00-19:00)	4	2	0	2
(19:00-20:00)	5	2	1	2
(20:00-21:00)	6	0	2	4
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	115	30	27	58
Promedio	5	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	14	4	4	7

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	2	1	2
(06:00-07:00)	4	1	0	3
(07:00-08:00)	3	1	0	2
(08:00-09:00)	7	3	0	4
(09:00-10:00)	9	2	3	4
(10:00-11:00)	8	0	4	4
(11:00-12:00)	6	3	0	3
(12:00-13:00)	4	2	0	2
(13:00-14:00)	10	3	3	4
(14:00-15:00)	16	5	4	7
(15:00-16:00)	3	1	1	1
(16:00-17:00)	6	2	2	2
(17:00-18:00)	7	3	0	4
(18:00-19:00)	3	1	0	2
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	2	0	1	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	94	29	19	46
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	16	5	4	7

~~1073~~
1074

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	3	0	2
(06:00-07:00)	4	1	1	2
(07:00-08:00)	11	6	1	4
(08:00-09:00)	7	2	2	3
(09:00-10:00)	5	1	2	2
(10:00-11:00)	7	2	3	2
(11:00-12:00)	8	1	3	4
(12:00-13:00)	7	1	2	4
(13:00-14:00)	11	3	1	7
(14:00-15:00)	8	2	2	4
(15:00-16:00)	21	4	8	9
(16:00-17:00)	11	2	3	6
(17:00-18:00)	7	2	1	4
(18:00-19:00)	4	2	0	2
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	1	0	1	0
(22:00-23:00)	1	0	0	1
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	120	32	30	58
Promedio	5	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	21	6	8	9

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	5	2	1	2
(06:00-07:00)	3	0	0	3
(07:00-08:00)	5	1	0	4
(08:00-09:00)	8	1	3	4
(09:00-10:00)	10	2	4	4
(10:00-11:00)	6	2	1	3
(11:00-12:00)	7	1	3	3
(12:00-13:00)	4	2	0	2
(13:00-14:00)	2	1	0	1
(14:00-15:00)	5	1	1	3
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	10	5	1	4
(17:00-18:00)	5	1	1	3
(18:00-19:00)	7	0	2	5
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	3	0	2	1
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	83	19	19	45
Promedio	3	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	5	4	5

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	6	3	0	3
(07:00-08:00)	5	2	1	2
(08:00-09:00)	9	2	3	4
(09:00-10:00)	5	2	1	2
(10:00-11:00)	8	2	3	3
(11:00-12:00)	7	1	2	4
(12:00-13:00)	7	2	0	5
(13:00-14:00)	6	1	1	4
(14:00-15:00)	8	1	1	6
(15:00-16:00)	8	3	2	3
(16:00-17:00)	3	0	1	2
(17:00-18:00)	8	1	1	6
(18:00-19:00)	3	0	1	2
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	4	0	0	4
(21:00-22:00)	2	1	0	1
(22:00-23:00)	2	1	0	1
(23:00-24:00)	1	1	0	0
Total general	93	23	17	53
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	9	3	3	6

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	0	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	1	0	0
(06:00-07:00)	4	2	0	2
(07:00-08:00)	5	0	1	4
(08:00-09:00)	7	2	0	5
(09:00-10:00)	6	2	0	4
(10:00-11:00)	6	0	2	4
(11:00-12:00)	8	2	1	5
(12:00-13:00)	5	2	1	2
(13:00-14:00)	8	2	1	5
(14:00-15:00)	6	3	0	3
(15:00-16:00)	7	3	1	3
(16:00-17:00)	2	1	0	1
(17:00-18:00)	4	0	1	3
(18:00-19:00)	6	2	1	3
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	81	22	9	50
Promedio	3	1	0	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	8	3	2	5

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	1	0	0	1
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	1	0	0	1
(04:00-05:00)	1	0	0	1
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	3	1	0	2
(07:00-08:00)	7	1	3	3
(08:00-09:00)	9	4	1	4
(09:00-10:00)	9	2	3	4
(10:00-11:00)	3	1	0	2
(11:00-12:00)	12	3	4	5
(12:00-13:00)	9	1	4	4
(13:00-14:00)	6	1	1	4
(14:00-15:00)	8	2	0	6
(15:00-16:00)	8	1	3	4
(16:00-17:00)	5	2	0	3
(17:00-18:00)	7	1	2	4
(18:00-19:00)	3	0	1	2
(19:00-20:00)	3	0	0	3
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	1	0	1	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	0	0	1
Total general	98	20	23	55
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	12	4	4	6
Máximo	98	20	23	55

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	1	0	1
(06:00-07:00)	5	1	2	2
(07:00-08:00)	7	2	1	4
(08:00-09:00)	7	2	2	3
(09:00-10:00)	11	1	5	5
(10:00-11:00)	7	1	1	5
(11:00-12:00)	3	0	1	2
(12:00-13:00)	6	2	1	3
(13:00-14:00)	8	4	1	3
(14:00-15:00)	8	4	1	3
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	9	3	0	6
(17:00-18:00)	4	1	1	2
(18:00-19:00)	4	1	1	2
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	3	0	1	2
(21:00-22:00)	1	0	0	1
(22:00-23:00)	1	0	1	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	90	23	19	48
Promedio	4	1	1	2
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	11	4	5	6
Máximo	90	23	19	48

SNC·LAVALIN

Plano de los Quinteros

Cuadro dirección Finca - Proyecto

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Cuadro dirección Proyecto - Finca

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

~~1075~~
1076

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

~~1076~~ 1077

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Cuadro dirección Finca - Río Quema

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Cuadro dirección Río Quema - Finca

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

~~1077~~ 1078

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	1	0	1	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	2	0	1	1
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	1	0

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	0	0	0	0

1079

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	1	0	0	1
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1
Máximo	1	0	0	1

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	0	0	0	0
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	1	0	0	1
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	1	0	0	1
Máximo	1	0	0	1

Cuadro dirección Proyecto - Río Quema

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	10	0	6	4
(09:00-10:00)	5	0	2	3
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	4	0	1	3
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	2	0	0	2
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	2	0	0	2
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	30	0	9	21
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	10	0	6	4

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	2	0	1	1
(09:00-10:00)	2	0	0	2
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	3	0	1	2
(12:00-13:00)	2	0	0	2
(13:00-14:00)	3	0	1	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	2	0	0	2
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	20	0	3	17
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	2

Cuadro dirección Río Quema - Proyecto

Lunes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	2	0	0	2
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	6	0	1	5
(08:00-09:00)	3	0	1	2
(09:00-10:00)	6	0	2	4
(10:00-11:00)	4	0	2	2
(11:00-12:00)	3	0	1	2
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	3	0	1	2
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	1	0	1	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	35	0	9	26
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	6	0	2	5

Martes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	0	0	1
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	5	0	2	3
(08:00-09:00)	2	0	1	1
(09:00-10:00)	3	0	0	3
(10:00-11:00)	3	0	1	2
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	2	0	1	1
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	26	0	6	20
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	5	0	2	3

~~1079~~
1080

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	1	0	0	1
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	1	0	0	1
(11:00-12:00)	2	0	1	1
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	3	0	0	3
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	2	0	0	2
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	1	0	0	1
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	22	0	2	20
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	3

Miércoles

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	3	0	0	3
(08:00-09:00)	2	0	1	1
(09:00-10:00)	2	0	0	2
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	0	0	0	0
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	1	0	0	1
Total general	25	0	3	22
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	1	0	1	0
(08:00-09:00)	4	0	1	3
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	3	0	0	3
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	2	0	0	2
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	1	0	0	1
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	24	0	3	21
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	0	1	3

Jueves

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	2	0	0	2
(08:00-09:00)	4	0	1	3
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	4	0	1	3
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	2	0	0	2
(14:00-15:00)	2	0	0	2
(15:00-16:00)	2	0	0	2
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	22	0	2	20
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	4	0	1	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	1	0	0	1
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	2	0	0	2
(10:00-11:00)	3	0	1	2
(11:00-12:00)	2	0	0	2
(12:00-13:00)	0	0	0	0
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	0	0	1
(15:00-16:00)	3	0	0	3
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	16	0	1	15
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	3

Viernes

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	1	0	0	1
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	1	0	0	1
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	3	0	0	3
(08:00-09:00)	3	0	1	2
(09:00-10:00)	2	0	1	1
(10:00-11:00)	0	0	0	0
(11:00-12:00)	2	0	1	1
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	3	0	0	3
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	20	0	3	17
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	3	0	1	3

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	1	0	0	1
(07:00-08:00)	2	0	0	2
(08:00-09:00)	7	0	5	2
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	7	0	3	4
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	3	0	1	2
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	25	0	9	16
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	7	0	5	4

Sábado

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	1	0	0	1
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	2	0	0	2
(07:00-08:00)	5	0	1	4
(08:00-09:00)	3	0	1	2
(09:00-10:00)	8	0	5	3
(10:00-11:00)	4	0	2	2
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	1	0	0	1
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	27	0	9	18
Promedio	1	0	0	1
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	8	0	5	4

~~1080~~
1081

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0.33333	0	0	0.333333
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	0	0	0	0
(08:00-09:00)	0	0	0	0
(09:00-10:00)	1	0	0	1
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	0	0	0	0
(12:00-13:00)	1	0	0	1
(13:00-14:00)	2	0	1	1
(14:00-15:00)	0	0	0	0
(15:00-16:00)	1	0	0	1
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	0	0	0	0
(19:00-20:00)	1	0	0	1
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	10	0	2	8
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1
Máximo	10	0	2	8

Domingo

PERIODO	TOTAL	AUTO	BUS	CAMIÓN
(00:00-01:00)	0	0	0	0
(01:00-02:00)	0	0	0	0
(02:00-03:00)	0	0	0	0
(03:00-04:00)	0	0	0	0
(04:00-05:00)	0	0	0	0
(05:00-06:00)	0	0	0	0
(06:00-07:00)	0	0	0	0
(07:00-08:00)	1	0	0	1
(08:00-09:00)	1	0	0	1
(09:00-10:00)	0	0	0	0
(10:00-11:00)	2	0	1	1
(11:00-12:00)	1	0	0	1
(12:00-13:00)	2	0	1	1
(13:00-14:00)	1	0	0	1
(14:00-15:00)	1	0	1	0
(15:00-16:00)	0	0	0	0
(16:00-17:00)	0	0	0	0
(17:00-18:00)	1	0	0	1
(18:00-19:00)	1	0	0	1
(19:00-20:00)	0	0	0	0
(20:00-21:00)	0	0	0	0
(21:00-22:00)	0	0	0	0
(22:00-23:00)	0	0	0	0
(23:00-24:00)	0	0	0	0
Total general	10	0	3	7
Promedio	0	0	0	0
Mínimo	0	0	0	0
Máximo	2	0	1	1
Máximo	10	0	3	7

SNC·LAVALIN

ANEXO C

Registro Fotográfico

~~1081~~
1082

Punto TR-1: "Desvío Divisa"



Cerca al ingreso hacia el desvío Divisa



Ingreso al desvío Divisa

Punto de conteo TR-2: "Villa de Los Santos"

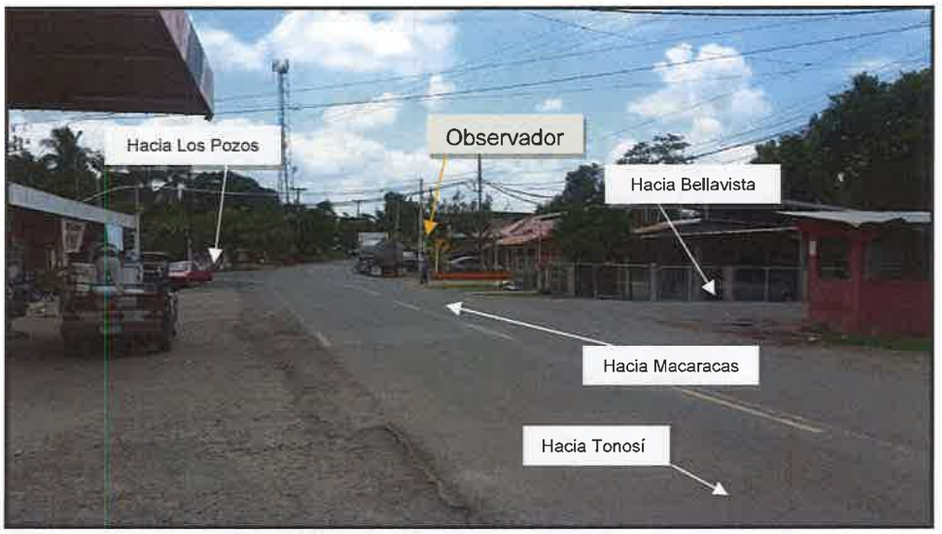


Fecha: 21 de junio de 2014
Hora: 18:26pm
Punto de conteo "Villa de Los Santos". Vista Sureste-Noroeste.



Fecha: 22 de junio de 2014
Hora: 18:20pm
Punto de conteo "Villa de Los Santos". Vista Noroeste-Sureste.

Punto de conteo TR-3: "Macaracas"

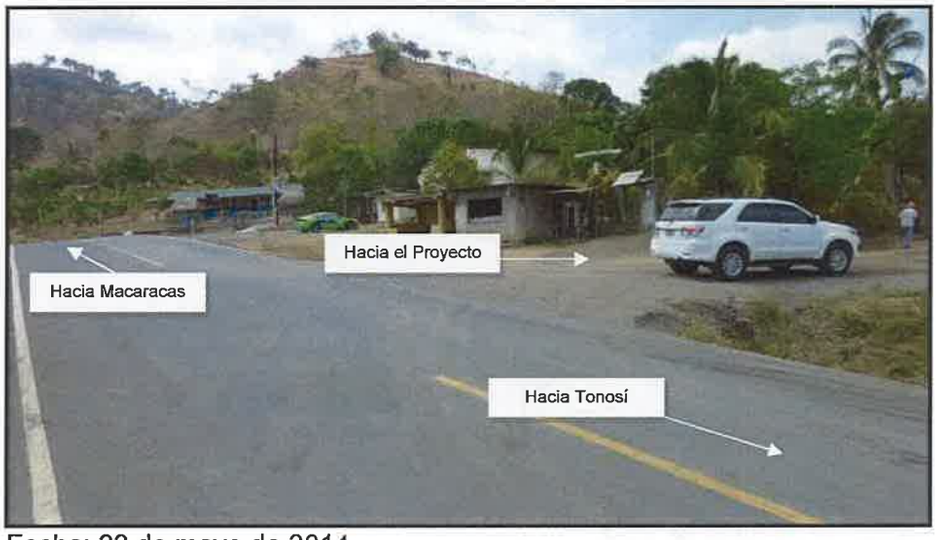


Fecha: 19 de junio de 2014
Hora: 17:49pm
Punto de conteo "Macaracas". Vista Sur-Norte.



Fecha: 20 de junio de 2014
Hora: 14:10pm
Punto de conteo "Macaracas". Vista Norte-Sur.

Punto de conteo TR-4: "Río Quema"



Fecha: 22 de mayo de 2014
Hora: 10:07am
Punto de conteo "Río Quema". Vista Suroeste-Noreste.



Fecha: 21 de mayo de 2014
Hora: 11:17pm
Punto de conteo "Río Quema". Vista Sur-Norte.

Punto de conteo TR-5: "Plan de los Quinteros"



Fecha: 21 de mayo de 2014
Hora: 7:38pm
Punto de conteo de "Plan de los Quinteros". Vista Sur-Norte.



Fecha: 26 de mayo de 2014
Hora: 8:03am
Punto de conteo de "Plan de los Quinteros". Vista Este-Oeste.



SNC·LAVALIN

Torres de las Américas, Torre B, Piso 7, Of. 703
Punta Pacífica, Panamá
+ (507) 204-5790 - + (507) 204-5791

ANEXO 3.4

Estudio de Pre factibilidad del HLF y WRD

Proyecto Minero Cerro Quema

~~1085~~ 1086

REPORTE

REPORTE DE DISEÑO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LAS INSTALACIONES DE PATIO DE LIXIVIACIÓN Y BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL

PROYECTO CERRO QUEMA

Provincia Los Santos, Panamá

Preparado para: Pershimco Resources, Inc.
11, Perreault Street East
Rouyn-Noranda, QC J9X 3C1

Preparado por: Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Court, Suite 1000
Reno, NV 89521 USA

Distribución: 3 Copias – Pierre Bureau, Pershimco Resources, Inc.
1 eCopia – Pierre Bureau, Pershimco Resources, Inc.
1 Copia – Golder Associates, Reno

Junio de 2014, Revisión 0

Número de Proyecto 1300709

A world of capabilities delivered locally

Golder Associates

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

Informe de Diseño de Pre-factibilidad
Instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril
Proyecto Cerro Quema
Provincia Los Santos, Panamá

El siguiente reporte de diseño ha sido preparado por el personal de Golder Associates Inc., bajo la supervisión profesional de los ingenieros, cuyas firmas aparecen en este documento.

Los resultados, diseño y recomendaciones presentadas en este reporte se presentaron dentro de los límites descritos por Pershimco Resources, Inc. después de estar preparado de acuerdo con las prácticas y los principios de ingeniería profesional generalmente aceptados por un diseño al nivel de pre-factibilidad.

Gene R. Tortelli, PE
Gerente de Proyecto

Christopher J. MacMahon, PE
Ingeniero Civil Principal

Russell A. Browne, PE
Líder de Práctica Minería, Ingeniero Principal

Tabla de Contenido

1.0 INTRODUCCIÓN 1
1.1 Historial 3
1.2 Alcance de Trabajo 4
1.3 Base de Diseño 4
2.0 ESCENARIO FÍSICO 5
2.1 Clima 5
2.1.1 Eventos de Tormentas Sintéticas Utilizados para el Diseño 8
2.2 Topografía, Drenaje y Vegetación 8
2.3 Geología Regional y del Área de la Mina 9
2.3.1 Geología Regional 9
2.3.2 Geología del Área del Proyecto 9
2.4 Condiciones Geotécnicas 11
2.4.1 Investigaciones Geotécnicas Anteriores 11
2.4.2 Investigación Geotécnica de 2013 12
2.4.3 Pruebas Geotécnicas del Laboratorio 14
2.4.4 Condiciones de la Subsuperficie en la HLF Maricela 15
2.4.5 Condiciones de la Subsuperficie en el WRD Chontal Superior 16
2.4.6 Condiciones de la Subsuperficie en el WRD al Sur de la Pava 17
2.4.7 Resultados de la Fuente Potencial de Préstamo de Grava 17
2.5 Aguas Subterráneas Regionales y del Sitio 18
2.6 Evaluación Sísmica y de Riesgos de Fallas 18
3.0 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN 21
3.1 Resumen 21
3.2 Desarrollo y Resumen de Cronograma de la HLF 21
3.3 Subdrenes 22
3.4 Nivelación y Diseño del Sistema de Recubrimiento para el Patio de Lixiviación 22
3.5 Diseño del Sistema de Colección de Solución por Gravedad 23
3.5.1 Celdas de Colección de Solución Interna 24
3.5.2 Sistema de Colección de Solución 24
3.6 Balance de Agua 27
3.6.1 General 27
3.6.2 Evaporación realzada 30
3.6.3 Agua de re-emplazo 30
3.6.4 Tratamiento de Agua 31
3.7 Estanques de Proceso de Solución 32
3.7.1 Sistema de Recubrimiento para los Estanques de Solución Rica y de Evento 33
3.7.2 Descripciones de los Estanques 33

3.7.3 Requisitos de Capacidad de Flujo del Estanque 34
3.8 Sistemas de Detección de Fugas 35
3.8.1 Detección y Colección de Fugas en el Patio de Lixiviación 35
3.8.2 Detección de Fugas en los Estanques de Solución Rica y de Evento 36
3.8.3 Detección de Fugas de la Losa de Concreto de Contención 37
3.9 Sistema de Manejo de Aguas Pluviales 37
4.0 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL 39
4.1 Resumen 39
4.2 Despeje y Remoción 40
4.3 Subdrenes 40
4.4 Apilamiento 40
4.5 Sistema de Manejo de Aguas Pluviales 41
5.0 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS 42
5.1.1 Propiedades de los Materiales Seleccionados 42
5.1.2 Resultados de Estabilidad 43
5.2 Asentamiento del Patio de Lixiviación 44
6.0 DESPUÉS DE OPERACIÓN Y CIERRE 46
6.1 Instalación del Patio de Lixiviación Maricela 46
6.2 Botadero de Roca Estéril Chontal superior 47
7.0 ESTUDIOS ADICIONALES Y RECOMENDACIONES 48
7.1 Consideraciones Geotécnicas 48
7.2 Peligros Sísmicos y de Falla 48
7.3 Hidrogeología 48
7.4 Control de Aguas Superficiales 49
7.5 Datos Climáticos 49
7.6 Optimización de la Instalación 49
7.7 Recuperación y Cierre 50
8.0 REFERENCIAS 51

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de Ubicación del Sitio
Figura 2: Diagrama de Flujo de Proceso en Condiciones Climáticas de un Año Promedio

Lista de Tablas

Tabla 1: Precipitación Mensual Promedio de Diseño 6
Tabla 2: Tasas de Precipitación Mensual Extremo de Diseño 6
Tabla 3: Evaporación de Bandeja Promedio Mensual de Diseño 7
Tabla 4: Estimación de Intervalos de Recurrencia de Precipitación 8
Tabla 5: Resumen de las Pruebas Geotécnicas de Laboratorio 15
Tabla 6: Capacidad de Tuberías Terciarias de Colección de Solución 25
Tabla 7: Resumen del Área de Recubrimiento 29
Tabla 8: Volúmenes de Agua de Reemplazo Durante Condiciones Climáticas Secas de 1 en 100 Años 30
Tabla 9: Caudales de la Planta de Tratamiento de Agua – Condiciones Climáticas Húmedas de 1 en 100 Años 32
Tabla 10: Volúmenes de Almacenamiento de losEstanques 35
Tabla 11: Resumen de las Propiedades de los Materiales Usados para el Análisis de Estabilidad de la Pendiente 43
Tabla 12: Comparación de los Valores de FS Calculados a los Criterios de Estabilidad de Diseño 43

Lista de Apéndices

Apéndice A Base de Diseño
Apéndice B Programa de Investigación Geotécnica del Campo
Apéndice C Programa de Pruebas Geotécnicas del Laboratorio
Apéndice D Evaluación de Peligros Sísmicos
Apéndice E Sistema de Tuberías de Colección de Solución por Gravedad
Apéndice F Balance de Agua y Medición de los Estanques de Proceso
Apéndice G Análisis Hidrológico y Desviación de Aguas Pluviales
Apéndice H Análisis de Estabilidad
Apéndice I Estimación de las Cantidades de Construcción

1.0 INTRODUCCIÓN

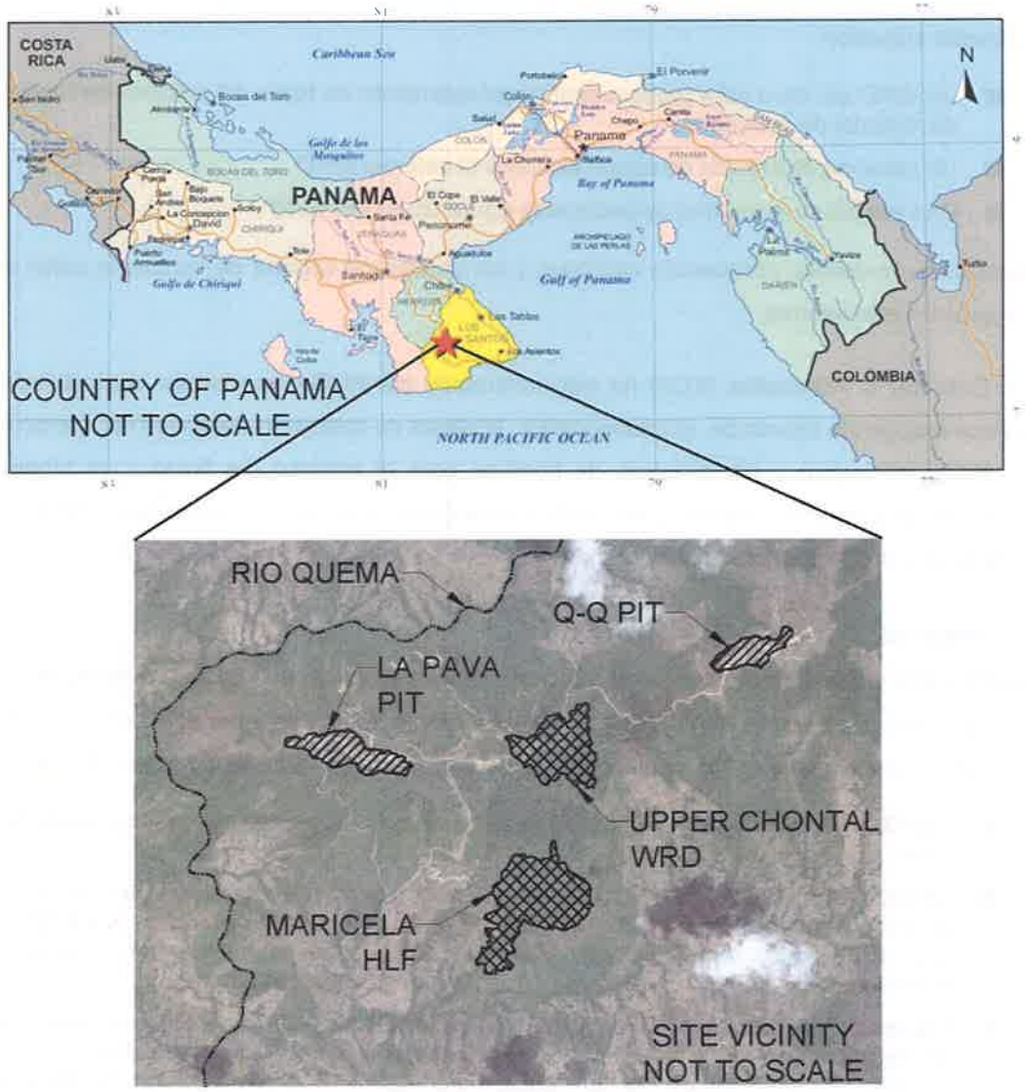
Pershimco Resources, Inc. (PRO) está realizando actualmente un Estudio de Pre-Factibilidad (PFS por sus siglas en inglés) para las instalaciones del patio de lixiviación de mineral e instalaciones del área de botadero de roca estéril en el Proyecto Cerro Quema en Panamá. Este sitio del Proyecto está a unos 200 kilómetros al sureste de la Cuidad de Panamá en la provincia de Los Santos al suroeste de Panamá. Este reporte presenta el diseño preliminar para las instalaciones de lixiviación de mineral y depósito de desechos para soportar el PFS para el Proyecto Cerro Quema.

Golder Associates Inc. (Golder) ha sido contratado para preparar un diseño preliminar de ingeniería que incluye las investigaciones del campo, pruebas de laboratorio, análisis de ingeniería, preparación de planos de diseño preliminares, preparación de una estimación de la cantidad de capital y preparación de este reporte de resumen. La ingeniería adicional será necesaria para el diseño final e ingeniería en detalle que serán completados fuera del alcance descrito a continuación. Las ubicaciones, el tamaño de la instalación y/o la geometría de las instalaciones para el patio de lixiviación de mineral (HLF por sus siglas en inglés) y el botadero de roca estéril (WRD por sus siglas en inglés) podrían ser revisados cuando sea disponible nueva información y el proyecto vaya progresando. La Figura 1 presenta un mapa de proximidad y la ubicación del sitio del Proyecto Cerro Quema en relación con la zona de los alrededores.

El mineral triturado de las minas a cielo abierto La Pava y Quema-Quema será procesado utilizando lixiviación de pila convencional vía apilamiento por transportadora. El mineral será procesado por la HLF Maricela mientras el material que no contenga oro será depositado en el WRD Chontal superior como se muestra en la Figura 1.

Las referencias a los planos de diseño en este informe se refieren al *Pre-feasibility Study, Heap Leach and Waste Rock Dump Facilities, Cerro Quema Mine, Los Santos Province, Panama* (Estudio de Pre-Factibilidad, Instalaciones de Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril, Mina Cerro Quema, Provincia Los Santos, Panamá, fechado el 11 de junio de 2014, Revisión 0, preparado por Golder Associates Inc. (Golder, 2014).

Figura 1: Mapa de Proximidades y Ubicación del Sitio



El trabajo de Golder consiste en el diseño al nivel del estudio de prefactibilidad de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Los aspectos principales de cada instalación son:

Maricela HLF:

- Una pila de lixiviación con recubrimiento de geomembrana que cubre aproximadamente 310,000 metros cuadrados (m2) que proporcionará una capacidad aproximada de 20 millones de toneladas métricas (t) de mineral
- Una plataforma de instalación del proceso de HLF incluyendo estanques de solución rica y evento forrados con geomembrana
- Un canal de desviación de aguas pluviales al norte de la HLF

- Una estructura de control de sedimentos aguas abajo de la HLF

WRD Chontal superior:

- Un WRD sin forro para proporcionar almacenamiento de hasta 14 millones de toneladas de material de roca estéril
- Un canal de desviación de aguas pluviales al este del WRD
- Una estructura de control de sedimento aguas abajo del WRD

Las discusiones en detalle, información adicional, y los análisis de soporte de ingeniería están incluidos como anexos en este informe.

Kappes, Cassiday & Associates (KCA) ha sido contratado por PRO para diseñar las instalaciones de proceso que incluyen la trituración, el transportador, la planta de adsorción-desorción-recuperación (ADR por sus siglas en inglés) y los sistemas de bombeo para el proceso del fluido y de tuberías. Se presentan los arreglos esquemáticos y las configuraciones de la instalación preparadas por KCA en los planos de diseño de Golder sólo para referencia.

1.1 Historial

El Proyecto Cerro Quema ha sido evaluado activamente para desarrollarse como una mina de oro desde principios de 1990. Los límites de la propiedad y concesión han variado entre estudios. A continuación son las descripciones breves de los propietarios y estudios anteriores del Proyecto Cerro Quema:

- **CEMSA, 1990 - 1944** – Perforación de exploración avanzada de la mineralización La Pava, Quema, y Quemita.
- **AMAX Gold, 1994** – Evaluación de una HLF, el WRD e instalaciones de proceso activado/desactivado para acomodar 1.5 millones de toneladas por año. Knight Piésold LLC (Knight Piésold) de Denver, Colorado, EEUU, fue contratado para realizar una investigación limitada de campo y un programa de pruebas de laboratorio.
- **Campbell Resources, 1996** – Evaluación de la HLF de relleno de valle convencional, y las instalaciones WRD y de proceso para acomodar 1.5 millones toneladas de mineral por año. Knight Piésold fue contratado para realizar una investigación geotécnica de campo y un programa de pruebas de laboratorio (Knight Piésold, 1996). Campbell empezó la construcción de la HLF y desviación de aguas pluviales en 1997 pero se detuvo poco después.
- **RNC Resources, 2002 – 2004** – Estudio de factibilidad bancable de las instalaciones de HLF sobre-fuera del patio, WRD, y proceso para acomodar 1.5 millones toneladas de mineral por año. No se realizó ninguna investigación geotécnica adicional de campo o programa de prueba de laboratorio. Knight Piésold fue contratado para proporcionar un informe actualizado de viabilidad ambiental.
- **Bellhaven, 2007** – Un estudio de alcance y diseño de planta de prueba piloto de proceso continuo de lixiviación en bateas e instalaciones de WRD para acomodar entre 5,000 y 10,000 toneladas de mineral por día. INNOVAT de Ontario, Canadá y Tetra Tech de Denver, Colorado, EEUU, fueron contratados para proporcionar soporte de diseño de ingeniería.

- **Pershimco, 2008** – Presente – Preparación de un Informe Técnico NI 43-101 para apoyar el diseño al nivel de pre-factibilidad de una HLF y un WRD convencional (este informe). KCA, Golder y P&E Mining Consultantes de Ontario, Canadá (P&E) fueron contratados por PRO para proporcionar servicios para este estudio.

Varios estudios técnicos se han llevado a cabo en el pasado para apoyar el desarrollo de la mina. Cuando sea apropiado, los datos técnicos incluyendo los registros de exploración y pruebas del laboratorio han sido incorporados en los análisis presentados en este informe. El área del Chontal superior ha sido evaluada extensamente en estudios anteriores. El sitio de la propuesta HLF Maricela no ha sido evaluada en estudios anteriores debido a las limitaciones de los límites de concesión. Estudios técnicos anteriores se discuten en detalle en la Sección 0.

1.2 Alcance de Trabajo

Golder realizó las siguientes tareas para el diseño al nivel PFS para la propuesta HLF Maricela y WRD Chontal superior:

- Estudios de compensación de selección del sitio
- Diseño civil y diseño
- Investigación geotécnica limitada de campo y un programa de pruebas de laboratorio para el sitio de la HLF
- Revisión y actualización de la evaluación existente de riesgos sísmicos y de fallas
- Análisis de estabilidad de talud y asentamiento de cimentación
- Diseño de los estanques de solución rica e evento, incluyendo modelación de balance de agua
- Diseño del sistema de tuberías de colección de solución por gravedad
- Diseño de los canales de desviación de aguas pluviales
- Volumetría preliminar de la pila y un plano conceptual de apilamiento
- Preparación de los planos de diseño de pre-factibilidad
- Preparación de este informe de diseño de pre-factibilidad

1.3 Base de Diseño

La base de diseño para el Proyecto fue desarrollado en conjunto con PRO y KCA para planear y diseñar una instalación que cumpla con la metas de producción de PRO cumpliendo con los estándares de práctica de la industria. Se recolectaron los datos de todos los aspectos del diseño, de clima y eventos de tormenta de diseño, la geología y características esperadas del mineral. La adquisición de datos incluyó una revisión de los planos construidos (as-built) y reportes, coordinación con PRO, y la realización de investigaciones de campo. Se incluye una lista completa de los parámetros usados por Golder para diseñar la instalación en el Apéndice A.

2.0 ESCENARIO FÍSICO

2.1 Clima

La provincia panameña de Los Santos se ubica en una zona de clima tropical situado entre los océanos Pacifico y Atlántico en la península Azuero como se muestra en la Figura 1. El clima es tropical con una temporada de lluvias prolongada de alta humedad hacia mediados de mayo y noviembre. Una temporada seca relativamente cálida ocurre entre diciembre y mediados de mayo. La mayoría de la precipitación ocurre durante tormentas torrenciales durante la temporada de lluvias. La precipitación promedia anual en el sitio de Cerro Quema es alrededor de 1,850 milímetros (mm).

Varias estaciones meteorológicas se encuentran en y alrededor del sitio. Los datos climáticos poco frecuentes coleccionados de la estación meteorológicas in-situ (Estación Meteorológica Cerro Quema) empezó en 1994 incluyendo temperatura, precipitación, velocidad del viento y dirección. El conjunto de los datos climáticos coleccionados entre 1994 hasta el presente no proporcionan un conjunto de datos meteorológicos a largo plazo confiable para su uso directo y para diseño.

Hay algunas estaciones meteorológicas a largo plazo ubicadas en las proximidades del proyecto. Estas incluyen las estaciones meteorológicas Santiago, Los Santos Tonosi, La Miel, y La Llana. Aunque las estaciones meteorológicas Santiago, Los Santos, y Tonosi son las más cercanas al sitio, su precipitación es considerablemente más alta que la precipitación medida a la estación meteorológica Cerro Quema debido a su elevación más baja y proximidad a la costa.

Un análisis de regresión de frecuencia de doble entrada fue utilizado para determinar la estación meteorológica a largo plazo que se correlacionó más fuertemente a las condiciones medidas en el sitio. Los resultados del análisis indicaron que la estación meteorológica La Llana proporcionó la correlación más fuerte (R^2=0.97) a las condiciones medidas al sitio. Generalmente, hay 25 por ciento menos precipitación mensual en el Cerro Quema que la grabada en La Llana. Para este estudio, los datos de la precipitación mensual de La Llana fueron reducidos en un 25 por ciento para uso como precipitación mensual de diseño. El Apéndice F presenta una discusión detallada de las relaciones entre las estaciones meteorológicas. La siguiente tabla presenta los valores promedios mensuales de precipitación ajustados utilizados para el diseño.

Tabla 1: Precipitación Mensual Promedio de Diseño

Mes	Precipitación Ajustada de La Llana (mm)
Enero	14.0
Febrero	5.6
Marzo	10.8
Abril	50.7
Mayo	200.1
Junio	237.9
Julio	201.9
Agosto	251.8
Septiembre	273.4
Octubre	309.0
Noviembre	228.0
Diciembre	69.6
TOTAL	**1852.7**

Nota: *Precipitación promedio se calculó entre 1967 y 2012.

Para obtener las tasas de precipitación mensual para el 1 en 100 años húmedos y secos, los valores de precipitación promedio ajustada de La Llana se multiplicaron por un factor de aproximadamente 1.37 y 0.67 respectivamente (precipitación anual extrema dividida por la precipitación promedio anual). La precipitación en el sitio del año húmedo de 1 en 100 años y el año seco de 1 en 100 años se estima estar aproximadamente de 2,540 y 1,250 mm, respectivamente. El Apéndice F presenta las tasas de precipitación mensual extrema utilizadas para el diseño.

Tabla 2: Tasas de Precipitación Mensual Extremo de Diseño

Mes	Precipitación del Año Húmedo 1:100(mm)	Precipitación del Año Seco 1:100 (mm)
Enero	19.1	9.4
Febrero	7.6	3.8
Marzo	14.8	7.3
Abril	69.5	34.1
Mayo	274.1	134.7
Junio	325.9	160.2
Julio	276.5	135.9
Agosto	344.9	169.5
Septiembre	374.5	184.0
Octubre	423.2	208.0
Noviembre	312.2	153.5
Diciembre	95.3	46.8
TOTAL	**2537.6**	**1247.1**

Las tasas mensuales promedio de evaporación de bandeja no son disponibles del sitio o por otras estaciones meteorológicas cercanas con escenarios geográficos similares tales como elevación y distancia de la costa. La fuente más cercana de datos adecuados de evaporación es la Estación Meteorológica Santiago ubicada aproximadamente a 75 km al noroeste del Proyecto Cerro Quema al Aeropuerto Rubén Cantú en Santiago, Panamá.

Los datos de evaporación de bandeja medidos a la Estación Meteorológica Santiago entre 1971 y 1991 fueron ajustados por diferencias en la elevación como se informó en el Reporte de Viabilidad Ambiental de Knight Piésold en 1996 (KP, 1996a). Los datos ajustados fueron utilizados para el Plan Conceptual de Cierre de Golder en 2009 (Golder, 2009) y se consideró adecuado para su uso en este estudio. La siguiente tabla presenta las tasas de precipitación mensuales extremas utilizadas en el diseño.

Tabla 3: Evaporación de Bandeja Promedio Mensual de Diseño

Mes	Evaporación de Bandeja Promedio (mm)
Enero	85
Febrero	91
Marzo	105
Abril	98
Mayo	88
Junio	80
Julio	78
Agosto	79
Septiembre	76
Octubre	69
Noviembre	67
Diciembre	75
TOTAL	**991**

Las tasas extremas de evaporación de bandeja de 1 en 100 años secos y húmedos no pudieron ser estimadas con un nivel de precisión suficiente debido a la cantidad limitada de datos. Entonces, se utilizaron las tasas de evaporación de bandeja anual promedio por todas las condiciones climáticas.

Las temperaturas mensuales promedio del aire en el sito Cerro Quema fueron determinadas para ajustar los datos de la estación meteorológica Santiago como se informa en el Reporte de Viabilidad Ambiental de Knight Piésold de 1996 (KP, 1996a). Las temperaturas máximas y mínimas mensuales promedio del aire para el sitio que fueron utilizadas para el diseño son 28.5°C y 20.4°C. El Atlas Nacional de la República de Panamá indica que la temperatura media anual en el sitio del proyecto es de unos 25.5°C (RNC, 2002).

Regionalmente, la velocidad del viento promedia aproximadamente 1.30 kilómetros por hora (km/hr) con los vientos más fuertes de enero a marzo. La dirección del viento es típicamente del norte y noroeste durante la temporada seca y del oeste durante la temporada de lluvias. Los datos del viento para el sitio indican que el viento es mayormente del norte-noreste.

2.1.1 Eventos de Tormentas Sintéticas Utilizados para el Diseño

La frecuencia de precipitación en el sitio fue estimada por Dyer Engineering Consultants, Inc. (Dyer) en 2013 como parte de un análisis hidrológico en todo el sitio (Dyer, 2013). Dyer evaluó la precipitación mensual promedio de las Estaciones Meteorológicas La Miel, La Llana, y Cerro Quema mencionadas en la sección anterior. Con base en esta evaluación, Dyer seleccionó el conjunto de datos de la Estación Meteorológica La Miel para realizar un análisis de frecuencia para determinar las profundidades de precipitación para intervalos seleccionados de recurrencia usando el método de Distribución Gumbel. La siguiente tabla presenta la estimación de intervalos de recurrencia de precipitación.

Tabla 4: Estimación de Intervalos de Recurrencia de Precipitación

Intervalo de Recurrencia (años)	Precipitación (mm)
2	94
5	115
10	130
25	148
50	161
100	175

2.2 Topografía, Drenaje y Vegetación

El terreno en el sitio es escarpado y áspero. La elevación oscila desde los 200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) cerca de los estanques de proceso de la HLF a más de 900 m.s.n.m. al tajo Quema-Quemita. Las pendientes naturales pueden ser tan inclinadas como de 60 grados sobre una altura de 50 metros. Muchos de los barrancos están densamente arbolados, mientras algunas de las crestas y laderas fueron desforestadas anteriormente para la adopción de pasturas y están tapadas con pasto, matorrales, y arboles dispersos. En las áreas que están densamente arboladas, los árboles son generalmente de 0.1 a 0.5 metros en diámetro, y pueden llegar a ser hasta de 2.0 metros de diámetro. Hay unos afloramientos de lecho de roca debido a la erosión profunda tropical que ha resultado en la formación de suelos lateríticos y saprolíticos cerca de la superficie.

El proyecto Cerro Quema se ubica con una tendencia este-oeste de topografía alta, y el drenaje primario de la superficie es generalmente al norte y el sur hacia el Rio Quema y el Rio Quebrada de Quema, respectivamente. La Quebrada Quema y la mayoría de la escorrentía de la superficie alcanzan al Rio Quema antes de salir de la propiedad.

Ambos la HLF Maricela y el WRD Chontal superior están ubicados en barrancas incisas con pendientes de hasta 60 grados. Debido a la variación en temporadas, el agua puede estar fluyendo en las barrancas durante gran parte del año.

2.3 Geología Regional y del Área de la Mina

2.3.1 Geología Regional

El distrito de Cerro Quema se encuentra en la parte central de la Península Azuero por la línea costera sur de Panamá (Figura 1). Una descripción breve de la geología regional del Reporte Técnico y Estimación de Recursos Minerales el Proyecto Cerro Quema, 2012 (*Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Cerro Quema Project) de* P&E Mining Consultants se presenta a continuación (P&E, 2012):

> *El basamento de la península consiste en basaltos toleíticos masivos y almohadillados que actualmente son interpretadas de representar rocas levantadas del margen occidental de la placa del Caribe (Corral et al., 2011). Siguiendo el comienzo de la subducción a aproximadamente 69-71 millones años (Ma), una secuencia de arco magmático se desarrolló en el basamento Azuero. Las rocas del Grupo Arco Azuero constan de rocas volcánicas incluyendo rocas tufitas y volcanoclásticas que oscilan en edad de aproximadamente 71 Ma a 40 Ma.*
>
> *. . . Las rocas [en el área del proyecto] constan de andesita, dacita, caliza, basalto y turbiditas que se interpretan haber sido depositadas en ambiente de antearco. Estudios iniciales se asignaron todos estos grupos a la Formación Ocu. Trabajos posteriores por Corral et al. (2011) ha determinado que las rocas del distrito Cerro Quema no corresponden con la definición de la Formación Ocu, y que ha definido la Formación Rio Quema que consta de sedimentos volcánicos y volcanoclásticos intercalados con calizas hemipelágicas, domos de lava submarino y diques basálticas a andesíticos de corte transversal. La Formación Rio Quema se interpreta como la secuencia de relleno de una cuenca de antearco del arco volcánico Cretácico-Paleogeno y el huésped de mineralización en el distrito Cerro Quema (Corral at al., 2011).*

La geología local, incluyendo las unidades litológicas y las estructuras mayores regionales en las áreas del tajo La Pava y Quema-Quemita, constan de dacita.

La geología estructural en el área del proyecto se caracteriza por una red de fallas con un abrupto buzamiento, con dirección noroeste y noreste. La Falla Rio Joaquín mostrado en el Apéndice D es una estructura regional mayor con dirección este-oeste que se estima tener un movimiento de buzamiento inverso de aproximadamente 300 a 400 metros. Se ubica aproximadamente a 2 kilómetros al sur del WRD Chontal superior propuesta y abajo de la HLF Maricela.

2.3.2 Geología del Área del Proyecto

En el área de los depósitos, los tipos principales de roca son arcilla dacitas saprolíticas y dacitas silíceas con varios grados de lixiviación de ácido y cementación de óxido de hierro. La dacita fresca en las áreas

del tajo ha sido alterada hidrotermalmente y contiene cantidades variables de alteración y minerales de reemplazamiento.

2.3.2.1 Alteración

La alteración hidrotermal puede afectar la resistencia de la roca intacta. Se puede aumentar o reducir la resistencia de la roca intacta dependiendo de los minerales quitados, reemplazados, o introducidos. Los geólogos de Pershimco han desarrollado unos modelos de alteración para el depósito con base en la identificación macroscópica de los minerales en el núcleo y los afloramientos. La alteración ha sido clasificada por los geólogos de PRO en las siguientes categorías:

- Fresco - La roca consta de dacita de pórfido de lava cuarzo feldespático. La roca fresca es típicamente fuerte y quebradiza con poca porosidad. No está mineralizada.
- Sílice - Esta roca está compuesta esencialmente por cuarzo (sílice) con muy pocos minerales de arcilla de aluminosilicato. Puede ser poroso y brechada en algunas áreas. Se encuentra en el núcleo del depósito y puede ser anfitrión de la mineralización de oro de mayor ley.
- Sílice-Arcilla - Esta roca está compuesta de cuarzo (sílice) y hasta del 30 por ciento de minerales diseminados de arcilla de aluminosilicato que constan de caolinita, dickita y pirofilita. Puede ser un poco poroso y rodea el núcleo de sílice del depósito. Es huésped de la mineralización de oro de baja ley.
- Arcilla - La alteración de la facies de arcilla consta de roca débilmente alterada que ocurre en una zona de transición entre la dacita fresca y la dacita de sílice arcillosa alterada. Puede contener hasta el 30 por ciento de minerales de ilita y arcilla esméctita. Los minerales de arcilla ocurren como un reemplazo empaquetado apretado de feldespatos y tiene la tendencia de no desagregarse naturalmente a menos de que la roca sea molida finamente. La masa de roca de arcilla débilmente alterada típicamente forma una roca competente.

2.3.2.2 Estructura

Los geólogos de PRO han desarrollado un modelo estructural de las fallas de la escala del tajo de la examinación de los testigos de exploración e interpretación de las fotografías aéreas. Los geólogos de PRO informan que la mayoría de estas fallas tienen poco desplazamiento.

En el área del tajo Pava, las fallas tienen dirección al noreste y noroeste y tiene un buzamiento abrupto. En el área del tajo Quema-Quemita, las fallas típicamente tienen una dirección este-noreste y noreste y también tienen un buzamiento abrupto. Una falla interpretada que buza aproximadamente 60 grados al norte trunca la mineralización por el lado sur del tajo Quema-Quemita.

Las estructuras menores que ocurren en las áreas de La Pava y Quema-Quemita constan principalmente de diaclasas (grietas) y fallas menores. Donde la masa de roca está profundamente erosionada, como en el área de Quema-Quemita, las diaclasas (grietas) y fallas pueden ser difíciles de observar en la superficie natural del suelo.

2.3.2.3 Erosión

Los depósitos están sobreyacidos por unidades de regolitos producidos por la erosión típica de un clima tropical, húmedo y cálido. Para el propósito de clasificación geotécnica, usamos las siguientes definiciones de unidades regolitos:

- Laterita - Material transportado que es la unidad superior del regolito. La transportación puede ser lateral en terrenos inclinados, o vertical debido a la disolución de la matriz de soporte en terreno plano.
- Saprolita - Roca erosionada en su lugar que tiene las características físicas de suelo pero puede retener la estructura relicta de lecho de roca madre. Las características físicas se determinan por la naturaleza de los protolitos (roca madre) y la intensidad de la saprolitzación. El núcleo de saprolita típicamente se puede cortar con un cuchillo.
- Sapro-roca - El material de transición entre la saprolita y el lecho de roca en el que la resistencia es considerablemente mayor que la del saprolita pero menor que la del lecho de roca. Típicamente no se puede cortar el núcleo con un cuchillo.
- Lecho de roca - Roca fresca y mineralizada.

La sapro-roca es una zona de material que es como una roca (típicamente no se puede cortar con un cuchillo) en el que la erosión ha reducido la resistencia de la roca fresca o mineralizada (lecho de roca). En el proyecto Cerro Quema, la roca oxidada podría ser considerada sapro-roca y la roca no oxidada podría ser considerada como lecho de roca fresco. Para el propósito de este reporte, ambos la sapro-roca y el lecho de roca se consideran ser lecho de roca.

2.4 Condiciones Geotécnicas

2.4.1 Investigaciones Geotécnicas Anteriores

Empezando a principios de 1990, tres investigaciones geotécnicas de la superficie han sido realizadas en el sitio Cerro Quema para soportar varios estudios técnicos. Las investigaciones anteriores incluyen:

- Knight Piésold en 1994 (KP, 1994) - se realizó una investigación de campo que consistía en 45 pozos de prueba y 7 barrenos geotécnicos; ellos son:
  - Los pozos de prueba LPTP-1 a LPTP-38 fueron excavados al oeste del sitio actualmente propuesto para el WRD Chontal superior. Pozos de prueba WDTP-38 a WDTP-45 fueron excavados a lo largo de un camino de acceso por el lado norte del sitio actual del WRD.
  - Los barrenos geotécnicos LPBH-1 y 2, LPBH-4 y 5, HRBH-3, y WDBH-6/6a fueron perforados en áreas al oeste y suroeste del sitio propuesto actualmente para el WRD.
- Knight Piésold en 1996 (KP, 1996) - realizó una investigación de campo que consistía de 59 pozos de prueba y 15 barrenos geotécnicos; ellos son:
  - Los pozos de prueba CPT-1 a CPTP-29 fueron excavados dentro de la huella del WRD propuesta actualmente, así como en las áreas al este entre el tajo Quema-Quemita.
  - Los pozos de prueba CRTP-1 a CRTP-14 fueron excavados a lo largo de los caminos de acceso al este del tajo propuesto La Pava.

- Los pozos de prueba CBTP-1 a CBTP-16 fueron excavados al norte del sitio del WRD en un área de materiales de préstamo de construcción identificado por Knight Piésold.
- Los barrenos geotécnicos LP96-1 a LP96-9 fueron perforados en áreas dentro de e inmediatamente adyacentes al sitio de la WRD Chontal superior. Los barrenos LP96-10 y LP96-11 fueron perforados a lo largo de un drenaje al noroeste del sitio del WRD.
- Los barrenos geotécnicos HR96-1 a HR96-3 fueron perforados a lo largo de los caminos de acceso al sureste del tajo La Pava. El Barreno GH96-1, también ubicado en la misma área, fue perforado en un área de material de préstamo de construcción identificado por Knight Piésold.

- En 2008, Tetra Tech (Tetra Tech, 2008) realizó una investigación del campo que consistía de 11 barrenos geotécnicos; ellos son:
  - Los barrenos geotécnicos BH08-1 a BH08-11 fueron perforados en un área al oeste de la huella propuesta del WRD así como a lo largo de un drenaje al noreste del sitio del WRD.

La gran mayoría de las exploraciones anteriores están ubicadas en áreas que rodean el sitio del WRD Chontal superior; algunas están ubicadas en y alrededor del tajo La Pava al sureste y el tajo Quema-Quemita al noreste. Las ubicaciones de estas exploraciones anteriores se muestran en el Plano G3.

2.4.2 Investigación Geotécnica de 2013

Golder realizó una investigación geotécnica para caracterizar las condiciones de la superficie y subsuperficie dentro de las proximidades de las huellas propuestas de la HLF Maricela y un botadero potencial de roca estéril al sur del tajo La Pava (subsecuentemente eliminado del diseño en favor del sitio del WRD Chontal superior). Las condiciones del sitio fueron registradas por un ingeniero de campo de la oficina de Golder en Reno, Nevada, EE.UU. entre el 16 y 25 de octubre de 2013; se realizó la excavación de 15 pozos de prueba. Nueve pozos de prueba fueron excavados en las proximidades de un WRD propuesto anteriormente al sur del tajo La Pava (TP-17 a TP-22). El WRD al sur del tajo La Pava fue eliminado de evaluación adicional en un estudio de intercambio como se discute en la Sección 4.1.

Además, se cartografiaron siete cortes de caminos ya existentes: uno al sur del tajo La Pava, tres al sur y tres al oeste de la Quebrada Seca a lo largo del camino principal de acceso a la mina. El ingeniero de campo de Golder preparó los registros de campo de las condiciones encontradas y tomó muestras del suelo y roca para su clasificación y pruebas geotécnicas del laboratorio. Al terminar la investigación geotécnica de campo, todas las muestras fueron mandadas a Technilab SA (Technilab) en la Ciudad de Panamá, Panamá para realizar pruebas geotécnicas de laboratorio.

Las ubicaciones de los pozos de prueba fueron identificadas por Golder antes de la investigación y fueron ubicadas y marcadas en el campo por personal del sitio de PRO. A partir de la excavación, la ubicación de cada pozo de prueba fue registrada por aparatos de mano de GPS (sistema de

posicionamiento global). Las ubicaciones de las excavaciones y cartografía de los cortes de camino se muestran en el Plano G3.

Los detalles de la investigación geotécnica se presentan a continuación. Los registros de los pozos de prueba se presentan en el Apéndice B. Una descripción del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS por sus siglas en inglés) y la Guía de Clasificación de Rocas de Golder, los que se utilizaron para clasificar los suelos y rocas durante la investigación, se presentan al final del Apéndice B.

2.4.2.1 HLF Maricela

Los pozos de prueba en las proximidades de la HLF Maricela fueron excavados a mano o con el uso de una excavadora montada en camión tipo CAT 326, proporcionada y operada por Minera Cerro Quema, SA (MCQSA). Fueron recolectadas para cada pozo de prueba, muestras a granel por cada una de las unidades estratigráficas distintas o cuando se observaron variaciones en las condiciones geológicas. Se almacenaron las muestras recolectadas en bolsas de plástico a granel o cubetas de 20 litros y sellados para minimizar la perdida de humedad.

Se excavaron los pozos de prueba a profundidades que oscilan entre 1.7 metros y 4.0 metros por debajo la superficie del suelo (bgs por sus siglas en inglés). Los pozos de prueba excavados por medio de máquina fueron terminados cuando prácticamente no se avanzaba más, cuando se lograba el alcance máximo de la excavadora, o cuando otras condiciones impidieron el progreso de la excavación.

Los pozos de prueba que fueron excavados a mano por equipos fueron diseñados en un banco de estabilidad y la excavación recomendada fue como sigue: la excavación inicial fue 3 metros de ancho por 3 metros de largo por 1 metro de profundidad. Después de que se completó un metro de excavación, la excavación fue reducida a un metro de ancho por un metro de largo por un metro de profundidad por una profundidad total de 2 metros. Después de registrar los pozos de prueba, fueron rellenados libremente con suelo excavado. Se recomienda la remoción de este material de relleno y la recompactación de todos los pozos de prueba antes de la construcción de cualquier mejoramiento en esta área.

2.4.2.2 Sitio Potencial de la Fuente de Préstamo de Grava

Una fuente potencial de préstamo de grava para uso como material de grava dren de soluciones en la HLF, agregado para el concreto y capa de rodadura del camino se identificó en el kilómetro 5.5 del camino principal de acceso a la mina, como se muestra en el Plano G3.

La ubicación parece ser que se ha sido desarrollada previamente para capa de rodadura de camino para la construcción del camino principal de acceso a la mina. El sitio consta de roca dacita y andesita. La fachada cortada del afloramiento es estimada medir aproximadamente 10 metros de altura por 20 metros de ancho. No se sabe la profundidad y alcance dentro del talud del material. Muestras de bloques de

tamaño del adoquín fueron recogidas de la fachada del afloramiento para hacer pruebas geotécnicas del laboratorio. En el momento de este reporte, las pruebas del laboratorio para la fuente potencial de material de préstamo de grava están en marcha. Los resultados de pruebas del laboratorio serán presentados a PRO como parte de otro estudio.

2.4.3 Pruebas Geotécnicas del Laboratorio

Se realizaron pruebas geotécnicas de laboratorio para muestras seleccionadas consideradas representativas de los materiales encontrados en los pozos de prueba y fuente propuesta de préstamo de grava.

En el sitio de la HLF Maricela, se seleccionaron muestras de profundidades que oscilan entre 1.0 a 3.6 metros por debajo de la superficie del suelo (bgs). Se obtuvieron muestras de los pozos de prueba TP-3, TP-10, TP-12, TP-13, TP-14, TP-15 y TP-16. Al WRD propuesto, al sur de La Pava, se seleccionaron muestras por debajo de la capa vegetal de profundidades que oscilan entre 1.0 a 3.4 metros bgs. Se obtuvieron muestras de los pozos de prueba TP-17, TP-18, TP-19, TP-20, TP-21 y TP-22.

El programa de pruebas de Golder incluyo pruebas de suelo convencionales para caracterizar la composición y propiedades de ingeniería (resistencia, permeabilidad, densidad). Se realizaron pruebas adicionales para caracterizar la durabilidad y resistencia intacta de los materiales de la fuente de grava para analizar la idoneidad por su uso como un material de grava dren en la construcción de la HLF. Para las muestras de suelo coleccionadas de los pozos de prueba, se realizaron las siguientes pruebas: Limites de Atterberg, distribución de tamaño de partículas (con hidrómetro), compactación Proctor modificado, y pruebas de resistencia triaxial consolidada-sin drenaje (junto con las mediciones de permeabilidad de pared flexible). Para las muestras de la fuente de grava se realizaron pruebas de carga de punto, abrasión Los Ángeles y pruebas de reactividad álcali-sílice. Todas las pruebas fueron realizadas por Technilab en Panamá. La siguiente tabla se presenta el tipo y número de pruebas realizadas. Los resultados de las pruebas geotécnicas de laboratorio realizadas se presentan en el Apéndice C.

Tabla 5: Resumen de las Pruebas Geotécnicas de Laboratorio

Tipo de Prueba	Número de Pruebas			Método de Prueba
	HLF Maricela	WRD al Sur del Tajo La Pava	Fuente Potencial de Préstamo de Grava	
Índice de Plasticidad Atterberg	11	8	-	ASTM D4318
Distribución de Tamaño de Partícula con Hidrómetro	11	8	-	ASTM D422
Conductividad Hidráulica de Pared Flexible	2	-	-	ASTM D5084
Resistencia Triaxial C/U	2	-	-	ASTM D4767
Compactación de Proctor Modificada	2	-	-	ASTM D1557
Reactividad Alcali-Silice	1	-	1	ASTM C227
Abrasión Los Ángeles	1	-	1	ASTM C131
Carga de Punto	1	-	2	ASTM D5731

2.4.4 Condiciones de la Subsuperficie en la HLF Maricela

Esta sección describe las condiciones de la subsuperficie encontradas durante la investigación geotécnica del sitio propuesto para la HLF Maricela. Las condiciones de la subsuperficie han sido clasificadas según el USCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) (ASTM D 2487) y el método visual (ASTM D 2488). Los registros de los pozos de prueba se presentan en el Apéndice B.

Ocho pozos de prueba (TP-3, TP-10 a TP-16) fueron excavados en ubicaciones dentro de la huella propuesta de la HLF Maricela. El pozo de prueba TP-2 fue ubicado aproximadamente 20 metros al suroeste de los estanques de proceso propuestos de la instalación Maricela. Las ubicaciones de los pozos de pruebas excavados se presentan en el Plano G3.

Sobreyacida por la capa vegetal, los suelos encontrados fueron generalmente saprolíticos; es decir, que fueron restos del lecho de roca altamente erosionados y alterados de la formación Rio Quema que consistían de una unidad sedimentaria (sedimentos volcanoclásticos y limolitas), y dacita. La unidad sedimentaria fue encontrada en la porción sur de la huella de la HLF en los pozos de prueba TP-2, TP-3, TP-12, TP-13 y TP-14 y fue generalmente de color café a amarillo-café, contenía estratificación o laminaciones y fisuras que parecían ser relictos del lecho de roca madre original. Este material consistía de limo arenoso (ML por sus siglas en ingles), arena arcillosa (SC), arena arcilla magra (CL). El material de TP-12 a 2.6 metros de profundidad contenía 33 por ciento de gravas y fue clasificada como arena limosa con grava (SC) mientras que el resto de los pozos de prueba no contenían una cantidad apreciable de gravas. La consistencia aparente osciló entre firme a muy duro. La fracción de arena fue generalmente fina y de angular a sub-redondeado. La fracción de finos (pasando por la malla No. 200)

en la matriz del material fue clasificada generalmente como de baja plasticidad con índices de plasticidad que oscilan entre 10 a 19.

La unidad de dacita fue encontrada en la porción norte de huella de la HLF en los pozos de prueba TP-10, TP-11, TP-15 y TP-16 y generalmente consistía de arcilla magra (CL) con fracciones variables de arena y arena limosa (SM). A los 3.5 metros de profundidad, TP-16 contenía 41 por ciento de gravas y fue clasificado como arena limosa-arcillosa con grava (SC-SM). La unidad de dacita fue generalmente de color café a rojo-café y gris, con una consistencia firme a muy dura. Las arenas y gravas fueron generalmente angulares. Muchas veces el material excavado en forma de fragmentos de grava de mayor tamaño, se rompió en la mano en partículas del tamaño de arena. La fracción fina (pasando por la malla No. 200) en la matriz del material fue generalmente clasificada como de baja plasticidad con índices de plasticidad que oscilan entre 4 y 19. No se encontró agua subterránea en ninguna de las excavaciones; sin embargo, las condiciones fueron húmedas y llovió diariamente durante la investigación del campo.

2.4.5 Condiciones de la Subsuperficie en el WRD Chontal Superior

Las condiciones de la subsuperficie en el sitio del WRD Chontal superior fueron caracterizadas durante las investigaciones anteriores del campo y programas de pruebas del laboratorio realizadas por Knight Piésold en 1994 y 1996 (KP, 1994 y KP, 1996) y por Tetra Tech en 2008 (Tetra Tech, 2008). La investigación de Golder en 2013 no exploró el sitio del WRD Chontal superior. Las exploraciones geotécnicas realizadas en este sitio incluyeron 9 barrenos geotécnicos y 32 pozos de prueba. Las ubicaciones de estas exploraciones se muestran en el Plano G3.

En total, las condiciones de la subsuperficie en el sitio del WRD son parecidas a las encontradas en el sitio de la HLF Maricela. Sobreyaciendo la mayoría del sitio hay una capa superficial de capa vegetal de espesor variable que oscila de entre 0 a 0.8 metros. La capa vegetal está compuesta de limo y suelos de arcillas de grano fino con una plasticidad baja a alta y con una cantidad variable de arena y gravas y materiales orgánicos. Debajo de esta capa superficial hay suelos saprolíticos derivados de erosión in-situ del lecho de la roca subyacente. Más cerca de la superficie del suelo, la saprolita es de suelo de grano fino que generalmente consiste de limos de baja a alta plasticidad (ML, MH) y arcillas (CL, CH). Los Límites de Atterberg para las muestras de saprolita indican índices de plasticidad entre 0 (no plástico) y 45. También se encontraron más suelos arenosos (SC); donde el contenido de arena generalmente oscila entre el 5 por ciento al 64 por ciento y promedia alrededor del 27 por ciento. El contenido de grava es generalmente menos del 5 por ciento; sin embargo, se encontraron unas áreas muy específicas de saprolita con más grava. La saprolita varía en espesor de 0.5 a unos 10 metros y con promedio de alrededor de 5 a 5-1/2 metros. Los golpeteos de Pruebas Estándares de Penetración (SPT) fueron generalmente arriba de 50 dentro de los primeros 5 metros de la superficie del suelo. La competencia de los suelos saprolíticos generalmente aumenta con la profundidad.

Los suelos saprolíticos gradualmente cambian con la profundidad a una masa de roca suave erosionada de forma variable y fracturada que tiene estructuras geológicas de relictos de la roca madre por debajo. Este material consta de roca andesítica a dacítica que oscila de entre poco a altamente erosionada y está consistentemente bastante fracturada. En algunas áreas la roca parece fresca y dura, en otras áreas la roca está muy oxidada y friable (se rompe fácilmente con la mano). Los pozos de prueba excavados en esta área encontraron este material a profundidades que oscilan entre 1 a 7.5 metros bgs. Los registros de los pozos de prueba indicaron que el material podría ser excavado con una excavadora a profundidades de 3.5 metros bgs.

2.4.6 Condiciones de la Subsuperficie en el WRD al Sur de la Pava

Esta sección describe las condiciones de la subsuperficie encontradas durante la investigación geotécnica del WRD propuesto al sur de La Pava. Las condiciones de la subsuperficie han sido clasificadas según el USCS (ASTM D2487) y el método visual (ASTM D2488). Los registros de los pozos de pruebas se presentan en el Apéndice B.

Una capa de arcillas superficiales de alta plasticidad y suelos orgánicos (referidos como la "capa vegetal") que contenía raíces fue encontrado en la mayoría de los pozos de prueba, o fue visible en la superficie del corte del camino donde se excavó el pozo de prueba, a una profundidad que oscila entre 0.2 y 0.6 metros. Sobreyacido por la capa vegetal, los suelos encontrados fueron generalmente remanentes saprolíticos de la Formación Rio Quema superior que consistía de una unidad sedimentaria (sedimentos volcanoclásticos y limolitas), y dacita. También se encontró una unidad aluvial en los pozos de prueba TP-20 and TP-21, y fue observado en uno de los cortes de camino, SWRD-3. Se encontró la unidad sedimentaria en TP-17, y también se observó en dos de los cortes de camino, SWRD-1 y SWRD-2. Las condiciones de la subsuperficie en el sitio fueron generalmente parecidas a las encontradas en la HLF Maricela y WRD Chontal superior.

Las pruebas de laboratorio indicaron que las muestras recogidas del sitio fueron generalmente clasificadas como arcillas o limos magros con cantidades variables de arenas, o arena con cantidades variables de arcilla y limos con índices de plasticidad que oscilan entre el 10 y 32.

2.4.7 Resultados de la Fuente Potencial de Préstamo de Grava

Los resultados de la prueba de abrasión indicaron una pérdida del 37 por ciento usando una designación de clasificación de "A". Uno por ciento de perdida, por masa, menor del 45 por ciento después de 500 revoluciones satisfacen los requisitos de durabilidad para su uso como un material sobre el recubrimiento, agregado de concreto, y materiales de rip-rap. El índice de resistencia de carga de punto (Is por sus siglas en inglés) de dos pruebas que se realizaron según el ASTM D5731 y la Sociedad Internacional de Mecánica de Roca (IRSM por sus siglas en inglés) indican que la resistencia intacta del

material de roca puede ser clasificada como roca fuerte (R4) con una resistencia de compresión no confinada estimada que oscila entre 50 megapascales (MPa) y 100 MPa.

Se realizaron pruebas de reactividad álcali-sílice para evaluar la compactibilidad del material por el uso como agregado de concreto. En el momento de este reporte, no se terminaron las pruebas álcali-sílice. Por lo tanto, no se presentan los resultados de las pruebas.

2.5 Aguas Subterráneas Regionales y del Sitio

No se ha desarrollado ningún pozo de observación o piezómetros en los tajos La Pava y Quema-Quemita, o en áreas de la HLF o WRD para indicar la elevación de un nivel freático local de agua. Algunos pozos de monitoreo y re-bombeo están ubicados a lo largo de la Quebrada Chontal como se muestran en el Plano G2. Las indicaciones del nivel del agua subterránea han sido registradas mensualmente entre 2008 y 2012. Algunos de los pozos han sido abandonados debido a los mejoramientos en el sitio a lo largo de la Quebrada Chontal incluso en la construcción de la estructura de control de sedimentos Chontal y un camino de acceso para vehículos ligeros. Estos pozos están ubicados dentro de, o adyacente a la Quebrada Chontal. Los niveles del agua subterránea medidos pueden no ser representativos de los alrededores aguas arribas al drenaje natural. Con base en una revisión de los datos disponibles de estos pozos, los niveles del agua subterránea varían entre 0.25 metros debajo de la superficie al Pozo No. 10 Sur y 18 metros debajo de la superficie en el Pozo No. 5.

Las observaciones indican fluctuaciones estacionales limitadas en los niveles del agua dentro de las proximidades del drenaje de la Quebrada Chontal.

2.6 Evaluación Sísmica y de Riesgos de Fallas

Knight Piésold realizó una evaluación de riesgos sísmicos (SHA por sus siglas en inglés) para el Proyecto Cerro Quema en 2005 (KP, 2005). El SHA se basaba en métodos probabilistas y deterministas simplificados para proporcionar recomendaciones para las aceleraciones máximas del suelo (PGA por sus siglas en inglés) para el periodo de retorno de terremotos de 100 años y 500 años para las instalaciones de pila de lixiviación y roca estéril. Este trabajo describe en detalle en el Apéndice D.

Como se discute en la Sección 2.3, la República de Panamá se encuentra en un bloque rígido de corteza continental (Microplaca Panamá) al sur del Arco Volcánico de América Central. La Microplaca de Panamá sobreyace las placas tectónicas oceánicas de subducción Cocos y Caribe; un límite de falla de rumbo sinestral que se ha desarrollado entre la Microplaca Panamá y la placa Nazca Oceánico al sur. Estos movimientos relativos de las placas son principalmente acomodadas por la deformación dentro del Cinturón Deformado de Panamá Sur (SPDB por sus siglas en ingles). Unas fallas activas del

Cuaternario están presentes dentro de la corteza superior entre la SPDB y la Península Azuero donde se ubica el proyecto Cerro Quema.

La región al norte del Cinturón Deformado de Panamá Sur tiene una actividad sísmica histórica relativamente alta. Al menos 192 terremotos mayores de magnitud (M) 3.0 han ocurrido dentro de 150 km del sitio desde finales del siglo 17. Golder (2013) reconoció 12 fallas activas posibles del Cuaternario (<2.6 Ma) que se cartografiaron dentro de los 150 km del sitio de la mina, y tres de ellas se encuentran dentro de los 40 km.

El sito del Proyecto Cerro Quema se ubica a unos 18 km al noreste de la falla Azuero-Sona, dentro de un cinturón de rocas volcánicas, volcanoclásticas y calizas con dirección este-oeste, unos 15 km de largo por 2 km de ancho (Corral, at al., 2011.). La cartografía geológica en detalle del área con licencia del Cerro Quema, realizado por el equipo geológico de Pershimco, identificó que la falla del Rio Joaquín de Corral et al., (2013) se localiza dentro del sitio de la mina. Donde es cartografiada, la falla del Rio Joaquín separa las rocas volcanoclásticas y dacitas y las rocas andesíticas de flujo de la Unidad Superior de la Formación Cerro Quema de Corral et al., (2011).

La cartografía geológica adicional de los geólogos de Golder y Pershimco confirmó que la falla del Río Joaquín se encuentra dentro de la huella del sitio de la HLF Maricela. La falla ocurre como ambas una zona acanalada de 3 a 5 m de ancho y algunas zonas de aplaste de ½ a 1 m de ancho dentro de las rocas volcanoclásticas de la Formación Cerro Quema. Sin embargo, el análisis geológico indica que la falla del Río Quema probablemente se desarrolló antes del Periodo Paleógeno (66 a 23 Ma) porque la Formación Tonasi suprayacente (40 a 15 Ma) aparece no estar deformada por la falla Río Joaquín y plegamiento relacionado (Corral et al., 2011). Por lo tanto, Golder considera que la falla del Río Joaquín no presenta un peligro de ruptura de superficie de la falla o no se presenta como una fuente de terremotos grandes en el sitio de la HLF Maricela.

Un análisis determinista de riesgos sísmicos indica que las Fallas Sin Nombre (Pa-11b) y la zona de la falla Azuero-Soná (PA-11a) son las fuentes de fallas activas asignadas más significativas porque se desarrollan los valores PGA más grandes en el sitio Cerro Quema. Los valores PGA se basan en un terremoto de M 6.9 y M 7.5 respectivamente. Usando la media geométrica de cuatro relaciones de atenuación ponderados igualmente, el valor PGA media para el afloramiento de roca y suelos muy densos (Vs, 30 = 760 m/s) en el sitio son 0.24 g y 0.20 g, respectivamente.

Una aceleración máxima del suelo horizontal con un 10 por ciento de probabilidad de excedencia en 50 años (periodo de retorno de 475 años) fue seleccionado para el análisis sísmico inicial y el diseño de la HLF Maricela e instalaciones del WRD Chontal superior. La aplicación de un valor PGA para un periodo de retorno de 475 años es consistente con las prácticas actuales de la industria para el análisis

sísmico y las instalaciones del patio de lixiviación. Como es discutido en el Apéndice D, el análisis probabilístico inicial para el sitio indica un valor PGA de 0.24 g y 0.48 g para los periodos de retorno de 475 y 2,475 años, respectivamente. Se utilizó un valor PGA de 0.24 g para el análisis de estabilidad para la HLF Maricela y el WRD Chontal superior como es discutido en la Sección 5.0. Un análisis probabilístico de riesgo sísmico específico del sitio se prepara actualmente para refinar mejor los valores PGA de 475 y 2,475 años en los sitios de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Una vez completada, estos valores serán utilizados para confirmar o ajustar los resultados del análisis de estabilidad y los diseños iniciales.

3.0 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN

3.1 Resumen

Inicialmente, se identificaron algunos sitios potenciales para la HLF del proyecto Cerro Quema. Después de una exploración de los sitios potenciales, una revisión de los datos geotécnicos existentes, una investigación subsuperficial poca profunda de uno de los sitios e ingeniería conceptual, el sitio propuesto para la HLF Maricela se identificó como el sitio preferido para acomodar el volumen esperado del mineral. Los criterios de diseño utilizados en el proceso de selección incluyeron:

- Capacidad para proporcionar capacidad suficiente para el mineral identificado en el modelo actual de la mina
- Proximidad a los depósitos de mineral
- Terreno adecuado para apilamiento y operación
- Estabilidad geotécnica
- Una cuenca pequeña gradiente arriba
- Visibilidad del sitio y aspectos de aceptación social

El diseño de la HLF Maricela es conforme a las pautas del Código Internacional del Manejo de Cianuro para la contención ambiental y cumple con o excede los estándares y prácticas norteamericanas para sistemas de recubrimiento, sistemas de tubería y estanques de proceso, con el propósito de disminuir los riesgos ambientales de las instalaciones a impactar a los suelos locales, aguas superficiales, y agua subterránea en y a los alrededores del sitio.

La HLF Maricela tiene un área total de disturbio de 439,000 metros cuadrados y ha sido medido usando una densidad promedio de mineral apilado de 1.5 toneladas por metro cúbico (t/m^3) y una altura máxima de la pila de 75 m para proporcionar una capacidad total de mineral de 20 millones de toneladas. El mineral estará apilado por medio de una transportadora a una tasa de 10,000 toneladas por día (tpd). El mineral será triturado y colocado al patio de lixiviación usando transportadoras portátiles que alimenten el trasportador-apiladora. El mineral estará apilado en cargas de aproximadamente 8 metros, con bancos proporcionados entre la cargas para crear un talud promedio total de mineral de 2.5H:1V (horizontal a vertical), lo que proporciona estabilidad operacional y post-cierre por la pila, y minimizar la nivelación durante la recuperación.

Una lista completa de los criterios de diseño se presenta en la Base de Diseño en el Apéndice A.

3.2 Desarrollo y Resumen de Cronograma de la HLF

La HLF Maricela se construirá en dos fases que proporcionan un área de superficie forrada con geomembrana para el patio de lixiviación de aproximadamente 310,000 metros cuadrados. La Fase 1 consta de la construcción de la parte sur del patio de lixiviación, camino de acceso perimetral, sistema de

desagüe subterráneo, sistema de recubrimiento de geomembrana para el patio, sistema de colección de solución, instalaciones de desvío permanente y temporal de aguas pluviales, y los estanques de proceso forrados con geomembrana. La Fase 2 consta de la construcción de la porción norte del patio de lixiviación, sistema de subdrén, sistema de recubrimiento de geomembrana para el patio, y sistema de colección de solución.

Se planea que la HLF se desarrollará usando el siguiente cronograma:

- Construcción de la Fase 1 se iniciará durante el segundo trimestre del 2016 durante la temporada seca, concurrente con el desarrollo del tajo La Pava y las instalaciones de proceso
- Apilamiento de la Fase 1 se comenzará a principios del cuarto trimestre del 2016
- La Planta ADR empezará en la mitad del cuarto trimestre del 2016 cuando la lixiviación comenzará
- Construcción de la Fase 2 se iniciará el principio del segundo trimestre del 2017 durante la temporada seca

3.3 Subdrenes

Para recoger y transportar agua potencial de manantial que se desarrolla por debajo de la HLF Maricela, los drenajes existentes, como descritos en la Sección 2.2, serán preparados para la excavación de suelos sueltos e inestables y rellenado con grava gruesa y durable de drenaje-libre colocado como un drenaje alrededor de una tubería de polietileno corrugado perforado (CPE por sus siglas en inglés) de 250 mm, como se muestra en el Plano HC4. Los manantiales ubicados en las laderas gradiente arriba de los drenajes existentes, dentro de la cimentación de la HLF, serán instalados con drenes similares y fluirán por gravedad a los subdrenes principales. Los subdrenes serán separados hidráulicamente desde el mineral apilado y la solución por una capa de suelo arcilloso de baja permeabilidad de 300 mm de espesor debajo de un recubrimiento de geomembrana de alta densidad de polietileno (HDPE por sus siglas en inglés) de 2.0 mm de espesor.

3.4 Nivelación y Diseño del Sistema de Recubrimiento para el Patio de Lixiviación

El sitio de la HLF Maricela será preparado para construcción primero para limpiar, arrancar, y despojar la vegetación a una profundidad promedia de aproximadamente 0.4 metros.

Se requerirá la nivelación de los taludes del patio de lixiviación para satisfacer criterios mínimos establecidos por el factor-de-seguridad y para promover el flujo de solución por gravedad positiva en el sistema de colección de solución sobre el recubrimiento del patio de lixiviación. En general, este constará de un corte localizado y la colocación de relleno a lo largo de la punta sur del patio para lograr un grado de diseño máxima de un 2 por ciento. La nivelación también incluirá una formación general del sitio del patio lixiviación para proporcionar una superficie lisa y plana con pendientes locales que no sean

más inclinadas que de 2H:1V en preparación para la colocación del recubrimiento. Las pendientes orientadas hacia la punta sur de la HLF serán niveladas para no estar más inclinadas que de 3H:1V para la estabilidad geotécnica.

Debido a la topografía naturalmente inclinada que oscila entre un 8 por ciento y un 80 por ciento, se requerirá una nivelación significante dentro del patio de lixiviación y el camino de acceso perimetral para proporcionar condiciones adecuadas para la colocación del recubrimiento de geomembrana y la capa subyacente de suelo arcilloso. Los materiales in-situ excavados durante la formación general del patio de lixiviación pueden ser utilizados como relleno estructural en áreas donde se requiera relleno. El camino de acceso perimetral que rodea la HLF es generalmente ubicado en áreas de corte para reducir los rellenos tipo astilla.

El material excavado de las áreas de corte, o material adecuado de desechos de la mina que cumpla con los requisitos gradacionales de relleno estructural, también se puede utilizar para construir la plataforma de estanque/proceso, para llenar los drenajes profundos, y para construir el relleno de la punta sur de la HLF.

El sistema de recubrimiento para el patio, como se muestra en el Plano HC1, constará de:

- Un subrasante compactado
- Un suelo de grano fino con un mínimo de 300 mm de espesor (suelo arcilloso), que puede ser compactado in-situ o de las fuentes de préstamo identificadas, humectado y compactado para proporcionar una permeabilidad de $1x10^{-6}$ cm/seg o menos.
- Un sistema de detección de fugas que consta de tuberías de polietileno corrugado perforado (CPE por sus siglas en inglés) de 100 mm rodeada por grava de drenaje libre abajo el revestimiento de geomembrana y las tuberías principales de colección de solución a lo largo de la punta sur de la HLF
- Un solo revestimiento de geomembrana HDPE, de 2 mm (80 mil), texturizado por ambos lados
- Material de grava dren de soluciones que sea limpio, triturado, de drenaje libre, y con un mínimo de 700 mm de espesor, colocado en una sola capa no compactada sobre el recubrimiento de geomembrana en el área de la punta y a lo largo del fondo de los drenajes para proteger el recubrimiento y promover drenaje. El material de grava dren de soluciones tendrá una permeabilidad más rápida que de $1x10^{-2}$ cm/seg

3.5 Diseño del Sistema de Colección de Solución por Gravedad

Esta sección proporciona una discusión detallada respecto al diseño de las celdas de colección de solución, sistema de colección de solución por gravedad, y el sistema de entrega para la solución por gravedad para la HLF Maricela incluso al diseño/enrutamiento de tubería, capacidad de tubería, y deflexiones de tubería. Los cálculos del diseño de tubería se presentan en el Apéndice E.

3.5.1 Celdas de Colección de Solución Interna

El patio de lixiviación se dividirá en 5 celdas usando bermas forradas con áreas de las celdas de entre 48,000 m² y 74,000 m² como se muestra en el Plano HC3. Las tuberías de colección de solución pasarán a través y sellarán las presas de bolsas de arena forradas con geomembrana para crear una separación hidráulica entre las celdas. Con base en una tasa de aplicación máxima de solución de 12 l/h/m² y una tasa de flujo máxima de soluciones combinadas de 700 l/hr, aproximadamente 58,300 m² del patio de lixiviación estará bajo lixiviación en cualquier momento, que es menor a cualquier área de celda individual. Por lo tanto, la tasa de flujo máximo que se puede esperar entregar cualquier celda no es mayor que la tasa de flujo máxima de aplicación de solución de 700 l/h.

3.5.2 Sistema de Colección de Solución

El sistema de colección de solución consiste en una red de tuberías perforadas de colección de solución que se instalarán en cada celda de la HLF, como se muestra en el Plano HC3. Se colocará la tubería de colección de solución sobre el recubrimiento de geomembrana como se muestra en el Plano HC5. En las áreas del patio con pendientes más planas que un 20 por ciento (principalmente en el relleno de la punta de la porción sur del patio de lixiviación), las tuberías de colección de solución serán tapadas con material de cubierta de grava dren de solución de drenaje libre, que proporciona un espesor mínimo de 700 mm por encima de las tuberías de colección. Además, el material de grava dren se utilizará como material de balasto para cubrir las tuberías de salida de la celda en áreas del patio con pendientes más planas que del 20 por ciento. En las áreas del patio con pendientes más pronunciadas del 20 por ciento, se cubrirán las tuberías de colección de solución con la primera capa de mineral triturado.

Las tuberías de colección de solución varían en tamaño de 100 mm (terciario) a 600 mm (primario) con tuberías más pequeñas alimentando a las tuberías cada vez más grandes. Las tuberías más pequeñas son perforadas corrugadas de polietileno (CPE) y las tuberías más grandes son perforadas HDPE con un espesor de pared que varía de entre DR11 y DR17. Antes de salir de cada celda, la tubería primaria de colección de solución se cambia a una tubería no perforada para el transporte al estanque de solución rica. El arreglo general y los detalles del sistema de colección de solución se muestran en los Planos HC5 a HC7.

3.5.2.1 Capacidad de Tuberías de Solución

El sistema de colección de solución ha sido diseñado para minimizar la cabeza hidráulica en el sistema de recubrimiento. Como se discute anteriormente, las tuberías serán tapadas con un material de grava dren que permite el drenaje libre en pendientes más planas que de un 20 por ciento, y con el mineral triturado en pendientes más pronunciadas del 20 por ciento. Para simplificar el diseño del sistema de tuberías terciarias, se utilizó el siguiente espaciamiento:

- 5 metros de espaciamiento para pendientes más planas que del 20 por ciento

- 3 metros de espaciamiento para pendientes más pronunciadas que del 20 por ciento

El espaciamiento entre las tuberías de colección terciarias ha sido diseñado para tener en cuenta el área máxima bajo lixiviación que cada tubería será requerida para drenar utilizando la tasa máxima posible del sistema de aplicación de solución de 12 l/h/m² y limitar la cabeza hidráulica en el sistema de recubrimiento para un máximo de 0.7 metros (promedio de 0.3 metros entre tuberías de colección). Bajo condiciones normales de operación, la tasa de aplicación nominal será limitada a 10 l/hr/m^2. La tabla a continuación presenta la capacidad del diseño de tuberías terciarias:

Tabla 6: Capacidad de Tuberías Terciarias de Colección de Solución

Criterios de Diseño de las Tuberías Terciarias de Colección de Solución				
Rango de la Pendiente	**Diseño de la Pendiente**	**Capacidad Máxima (m^3/hr)**	**Capacidad de Diseño (m^3/hr)**	**Longitud Máxima de la Tubería (m)**
1% a 20%	1%	22	11	180
20% a 50%	20%	100	50	1,390

Las tuberías de colección CPE perforadas secundarias reciben flujo de las tuberías terciarias y aumentan de diámetro como avancen aguas abajo a las tuberías de colección primaria en cada celda. Las tuberías de colección secundaria son tuberías perforadas de CPE que son diseñadas conservadoramente asumiendo que aproximadamente la mitad del flujo total (para tomar en cuenta el escalamiento y la deformación) en la pendiente mínima de cada tramo de tubería.

Las tuberías primarias HDPE de colección reciben flujo de las tuberías terciarias y secundarias. Las tuberías de colección primaria son perforadas HDPE, varían en diámetro de 250 mm a 600 mm y han sido medidas para flujo usando el coeficiente de Manning de rugosidad de *n* de 0.017, que es un valor conservador que toma en cuenta la escala dentro de las tuberías. El espesor relativo de las paredes de las tuberías de colección de solución primaria varía entre un DR11 y DR17 dentro de la instalación basada en el estrés de sobrecarga aplicado a la tubería por el material del mineral encima, como se explica a continuación en la sección 3.5.2.2. Las tuberías primarias de colección de solución están diseñadas resistir el pandeo de pared y deformación, así que no se aplica ningún factor de seguridad para la capacidad del flujo.

Las tuberías perforadas primarias de colección hacen una transición a tuberías de salida de celdas no perforadas de HDPE 600 mm inmediatamente antes de penetrar a través de cada una de las celdas forradas con geomembrana secundarias de las celdas de separación de la berma. La tubería de pared sólida transmite la solución rica al canal de salida al sur de la Celda 1 y finalmente al estanque de solución rica, como se muestra en el Plano HC3. Las tuberías de salida de la celda están diseñadas

para transmitir una tasa de flujo de aplicación de solución máxima de 700 m³/h con una pendiente mínima de diseño del uno por ciento.

Debido a que el sistema de colección de la solución es crítico para ambos el rendimiento del sistema de recubrimiento y la recuperación de recursos, la red de tuberías ha sido diseñada conservadoramente para promover el rendimiento a largo plazo. Las características del diseño conservador incluyen lo siguiente:

- Una permeabilidad más rápida que de 1 x 10^{-2} cm/seg para el material de grava dren
- Una permeabilidad más rápida que de 5 x 10^{-3} cm/seg para el mineral triturado en contacto con las tuberías de colección
- Un tamaño de tubería para transmitir el flujo de diseño al 50 por ciento de la capacidad de las tuberías para tuberías de colección secundaria y terciaria para tener en cuenta la deformación de la tubería
- Un factor de seguridad de 2 contra el pandeo de pared para todas las tuberías primarias, como se discute en la sección siguiente

El diseño hidráulico completo del sistema de tubería de solución se presenta en detalle en el Apéndice E.

3.5.2.2 Deflexión de tubería de solución y pandeo de pared

Las tuberías de CPE y HDPE utilizadas para el sistema de colección de solución han sido diseñadas con una filosofía de tubería flexible. Las tuberías flexibles resisten daños durante la carga por medio de distorsionarse suficientemente para transferir cargas de sobrecarga a los materiales de apoyo alrededores (material de grava dren). Como parte del diseño, Golder evaluó la integridad estructural del sistema de tubería de colección de solución por gravedad por encima de recubrimiento y reducción resultante en la capacidad de flujo debido a la deflexión de tubería teniendo en cuenta la presión vertical ejercida por la altura máxima de pila de mineral de 75 metros.

Las tuberías de colección secundaria y terciaria de CPE han sido diseñadas para transmitir el caudal máximo de aplicación en cada tubo (12 l/h/m²) en aproximadamente al 50 por ciento lleno. La capacidad extra incorporada en el sistema permite la deformación de la tubería debido a la carga en la pila, así como para proporcionar capacidad adicional en caso de tormenta durante el período temprano crítico de la operación después de que el sistema de colección de solución ha sido construido y antes de apilar las cargas iniciales del mineral.

Las tuberías primarias de colección de solución consisten de tuberías de HDPE con calificaciones de DR variantes para resistir el pandeo de pared y deflexión de tubería causada por el esfuerzo de sobrecarga del material del mineral suprayacente. Debido a que los esfuerzos de sobrecarga varían, la calificación DR varía de entre un DR11 y DR17 y depende de la altura del material del mineral sobre la tubería. Basado en las recomendaciones del fabricante, un factor de seguridad de 2.0 sobre el pandeo de pared

fue utilizado en el diseño. En las áreas donde la altura del mineral se anticipa ser de más de 40 metros, las tuberías de colección primarias tienen una calificación de DR11. Donde las alturas sean de menos de 40 metros, tienen una calificación de DR17. El pandeo de pared de tubería se discuten con más detalle en el Apéndice E.

Se estima que las tuberías primarias de colección experimentarán una deflexión de entre un 3 y 6 por ciento debido al esfuerzo de sobrecarga para la altura máxima de pila son de 75 metros. La deflexión de la tubería se basa en el esfuerzo de sobrecarga, el diámetro de la tubería y la calificación de DR. Este rango de deformaciones es tolerable y no debe reducir la capacidad de flujo en la tubería, como se describe en el Apéndice E.

3.6 Balance de Agua

Golder preparó un modelo de balance de agua determinado basado en una hoja de cálculos para aproximar la circulación de las soluciones dentro de la pila, los estanques, y la instalación de proceso, tanto como el modelo de introducción de precipitación y evaporación en función del tiempo. El modelo de balance de agua incorpora los datos recogidos de PRO, las propiedades de diseño desarrollados por KCA y Golder, y las suposiciones de ingeniería, que se detallan en el Apéndice A. Los resultados del modelo de balance de agua predicen el agua de reemplazo, los flujos requeridos el tratamiento de agua, los caudales de evaporación realzada, y las capacidades mínimas de los estanques que se requieren para contener todas las soluciones de proceso durante condiciones climáticas de un año típico, seco, y húmedo. El balance completo de agua se presenta en un memorándum técnico incluido como el Apéndice H.

3.6.1 General

El objetivo principal del balance de agua fue asignar valores a los siguientes requisitos del proyecto:

- Volumen de almacenamiento de estanque
- Volumen de agua de reemplazo
- Caudales de tratamiento de agua

Para tratar estos requisitos, el balance de agua tomo en cuenta las entradas de agua como la lluvia y solución de lixiviación (incluyendo agua de reemplazo) así como las salidas como la evaporación y pérdida consuntiva debido a la humectación del mineral.

Lo siguiente es un resumen de los factores que se obtuvieron de los criterios de diseño en el Apéndice A y utilizados en nuestro análisis:

- Se aplicará la solución a la pila usando irrigadores y emisores de goteo – se usarán los emisores de goteo durante las condiciones secas del año
- La HLF almacenará 20 millones de toneladas de mineral triturado y aglomerado

- La tasa nominal de aplicación de solución de lixiviación es 10 l/hr/m^2 y el promedio del caudal de solución primaria de irrigación usado en el modelo de balance de agua es 583 m^3/hr – se utilizó el caudal máximo de solución primaria de irrigación de 700 m^3 para calcular el volumen de drenaje de 24 horas
- El promedio de contenido de húmedo del mineral como sale de la mina es de un 5.8 por ciento por peso seco
- La retención específica del mineral es el 8.9 por ciento por peso seco
- El tanque estéril contiene el 525 m^3 de almacenamiento de solución

Se utilizaron los siguientes factores claves en el desarrollo del balance de agua. Una lista completa de las suposiciones y factores claves se presentan en el Apéndice F.

- La capacidad de la Fase 1 de la HLF será de unos 4 millones de toneladas de mineral
- Las áreas de la HLF que son forrados con geomembrana como indica la Tabla 7
- El mineral se apila en el patio a una tasa de 10,000 tpd (toneladas por día)
- El mineral se apila y se lixivia en el patio de lixiviación los 365 días el año
- La profundidad mínima de operación del estanque de solución rica es de 3 metros (solución rica corresponde a un volumen de almacenamiento de 10,000 m^3)
- El estanque de solución rica y del evento tendrán un volumen de almacenamiento combinado adecuado debajo del margen libre (0.5 m abajo de la cresta) para contener la suma de lo siguiente durante condiciones climáticas anuales típicas:
  - Un evento de tormenta de 25 años, 24 horas de 148 mm cayendo sobre los patios forrados y los estanques (eventos de tormentas proporcionaos en el criterio de diseño)
  - Un volumen operacional igual al drenaje de 24 horas del patio de lixiviación para permitir la operación de la planta por 24 horas en el evento de que haya un cese temporal en las actividades de lixiviación
  - El 110 por ciento del volumen total de tanque estéril (aproximadamente 600 m^3)
  - Un drenaje de 24 horas del patio de lixiviación debido a un evento tal como la pérdida de electricidad - se asumió que Pershimco tendrá generadores de reserva de emergencia y bombas para reanudar el bombeo a una tasa de flujo total dentro de 24 horas.
- Acumulación máxima de flujo para prevenir el tratamiento de agua durante condiciones climáticas en un año promedio
  - Se presentan precipitaciones extremas y promedios y las tasas de evaporación de bandeja en el Apéndice F, que trata del agua.
- Se usaran emisores de goteo para aplicar la solución de lixiviación, y no se usaran irrigadores flotantes de evaporación durante condiciones climáticas promedios que están más seco de lo normal, para reducir la perdida excesiva debido a la evaporación realzada.
- Se usarán irrigadores tipo "Wobbler" para aplicar la solución de lixiviación durante condiciones climáticas promedios que estén más mojadas de lo normal. Se usarán irrigadores flotantes de evaporación para evaporar los flujos excesivos en los estanques para la temporada de lluvias y la temporada seca para que la planta de tratamiento de agua no requiera su uso durante condiciones climáticas promedio del año.

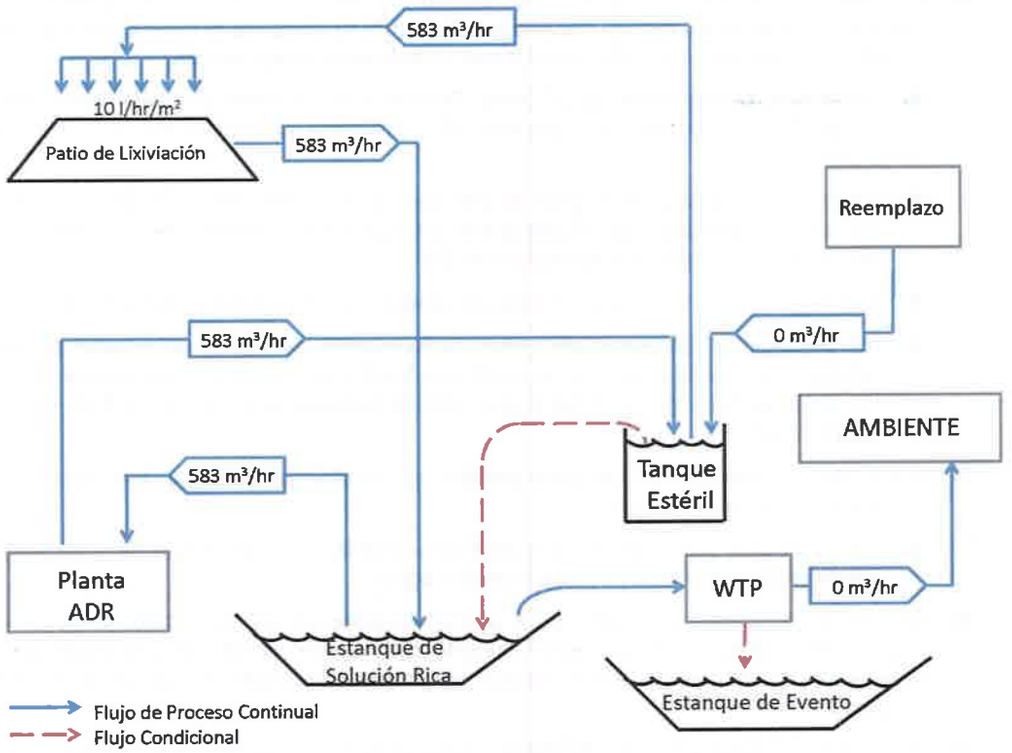
- La pérdida máxima modelada para toda la evaporación realzada es de 25 m^3/hr, con base en discusiones con KCA.

Tabla 7: Resumen del Área de Recubrimiento

Descripción	Áreas de la Fase 1 (m^2)	Áreas de la Fase 2 (m^2)
Patio forrado	165,000	302,000
Recubrimiento expuesto	4,000	8,000
Estanques forrados	35,300	35,300
Total	**204,300**	**345,300**

La HLF Maricela y las instalaciones de proceso están diseñadas para una nula descarga ya sea de agua de superficie o agua subterránea en condiciones climáticas de un año promedio. El circuito del proceso de la HLF se muestra esquemáticamente en la siguiente figura:

Figura 2: Diagrama de Flujo de Proceso en Condiciones de un Año Promedio



3.6.2 Evaporación realzada

Debido a la ubicación del sitio en un clima con precipitación neta con aproximadamente 1,850 mm de precipitación por año y menos de 1,000 mm de evaporación de bandeja cada año, habrá un exceso de fluidos producidos por la HLF durante su operación. Se usaran irrigadores evaporativos realzadas para limitar la cantidad de exceso de fluidos producidos por la pila.

Las técnicas de evaporación realzadas serán utilizadas durante la temporada de lluvias para reducir el exceso de agua en el estanque de evento. Los rociadores evaporativos flotantes colocados dentro del estanque de evento y la irrigación de tipo "Wobbler" para la pila aumentarán la evaporación. Durante la operación de la Fase 1, solamente la irrigación de tipo "Wobbler" será requerida durante las condiciones climáticas de un año típico. Durante la Fase 2, la evaporación realzada variará durante todo el año variando en una tasa de evaporación máxima de 25 m^3/hr durante la temporada de lluvias.

Las tasas de evaporación realzada varían con base en la temperatura promedio del mes, humedad, precipitación y presión barométrica. Con base en las condiciones climáticas, los rociadores evaporativos flotantes tienen una eficiencia de evaporación de un 30 por ciento. Golder conservativamente asignó una eficiencia de evaporación de diseño de menos de un 15 por ciento, aproximadamente un 50 por ciento de la eficiencia estimada por el fabricante.

3.6.3 Agua de reemplazo

El balance de agua de Golder estima que el volumen de agua de reemplazo que se requerirá para mantener un volumen mínimo de operación en el estanque de solución rica durante condiciones climáticas secas de 1 en 100 años. Durante condiciones climáticas típicas y de 1 en 100 años, no se requerirá agua de reemplazo. La tabla siguiente presenta los volúmenes de agua de reemplazo requeridos para condiciones secas de 1 en 100 años.

Tabla 8: Volúmenes de Agua de Reemplazo Durante Condiciones Climáticas Secas de 1 en 100 Años

Mes	Fase 1 (m^3/hr)	Fase 2 (m^3/hr)
Enero	34.2	0
Febrero	36.1	0
Marzo	38.7	0
Abril	30.3	1.7
Mayo	0.4	0
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	0	0
Septiembre	0	0
Octubre	0	0
Noviembre	0	0
Diciembre	0	0

3.6.4 Tratamiento de Agua

Durante los años que se reciba más precipitación de lo promedio, el exceso de agua almacenada en los estanques de proceso puede requerir el tratamiento y descarga al ambiente natural. Además, después de que el apilamiento sea completado y durante el enjuague de la pila, el tratamiento de agua será necesario hasta que se cumplan con los objetivos de calidad del agua. Para lograr esto, KCA determinó que el agua de exceso será quitada del estanque del evento y procesada por una planta de tratamiento de agua (o planta de detoxificación) para destruir el cianuro contenido. Así, la solución de detoxificación será descargada a la Quebrada Maricela. El método escogido para la destrucción de cianuro es el proceso Aire/SO_2. Este proceso mezcla dióxido de sodio (SO_2) con oxígeno del ambiente para destruir el cianuro. El agua detoxificado se desbordara vía una tubería de gravedad a la Quebrada Maricela.

El agua de exceso que requiera detoxificación es generalmente almacenada en el estanque de evento por periodos de tiempo largos antes de su detoxificación. La exposición al sol a largo plazo y la degradación resultante de cianuro por luz ultravioleta natural, en particular en las profundidades superiores del estanque proporcionan la mayoría de la detoxificación. A menudo el paso del proceso de Aire/SO_2 en este caso constituye más de un paso "pulido" en la detoxificación.

La planta de tratamiento de agua planeada para el Proyecto Cerro Quema será capaz de tratar hasta 300 m^3/hr. Se espera que la planta de tratamiento de agua será usada durante condiciones extremas de tiempos de lluvias y no se requiera durante condiciones climáticas promedios de un año mientras activamente se esté minando y apilando el mineral. Para estimar las tasas de la planta de tratamiento de agua que pueden ser requeridas durante condiciones extremas de tiempos de lluvia, se usaron las tasas de precipitación de 1 en 100 años y tasa de evaporación de bandeja por un año promedio en el modelo usando caudales de evaporación realzada por un año promedio. La planta de tratamiento de agua se calcula como la diferencia entre de volumen del estanque en un año húmedo menos el volumen del estanque en año típico, lo que resulta en un volumen del estanque del año húmedo idéntico a los volúmenes producidos por condiciones climáticas en el año típico. Se presentan los resultados de estos análisis en la tabla siguiente:

Tabla 9: Caudales de la Planta de Tratamiento de Agua – Condiciones Climáticas Húmedas de 1 en 100 Años

Mes	Caudales de la Planta de Tratamiento de Agua (m^3/hr)[1]	
	Operaciones de Fase 1	Operaciones de Fase 2
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	4.5
Mayo	0.0	10.2
Junio	29.6	35.6
Julio	30.7	40.8
Agosto	28.8	42.9
Septiembre	35.0	50.0
Octubre	35.8	50.9
Noviembre	41.0	59.0
Diciembre	31.2	47.1

Nota: [1] Los caudales del tratamiento de agua presentados son durante el tiempo de la minería y apilamiento activo únicamente y no se toma en cuenta el enjuague de la pila después del apilamiento.

3.7 Estanques de Proceso de Solución

El lixiviado colectado en el sistema de colección de solución se entrega por medio de gravedad al estanque de solución rica por procesamiento a través de la planta de ADR. Durante condiciones adversas, como eventos de tormentas y cortes de luz, se anticipa que se excederá la capacidad de almacenamiento del estanque de solución rica y se desbordara al estanque del evento. Los estanques de solución rica y evento están ubicados inmediatamente al sur de la Celda 1, como se muestra en el Plano HP1. Se desarrollará la plataforma para el estanque de proceso por corte y relleno localizado de suelos nativos dentro del área de la plataforma de proceso y las áreas de relleno de la punta de la Celda 1. La plataforma de proceso incluye las siguientes instalaciones:

- Planta ADR
- Tanque estéril
- Estanques de solución rica y evento
- Bombas y tubería
- Los rociadores evaporativos flotantes de emisor
- Almacenamiento de reactivos
- Planta de tratamiento de agua
- Instalaciones administrativas

Una vista en plano que muestra la ubicación y configuración de los estanques se presenta en el Plano HP1.

3.7.1 Sistema de Recubrimiento para los Estanques de Solución Rica y de Evento

Los estanques de solución rica y de evento tendrán cada uno un sistema independiente de doble contención de recubrimiento de geomembrana y un sistema de detección de fugas. El sistema de recubrimiento para los estanques, como se muestra en el Plano HP3, consistirá en:

- Un subrasante compactado
- Suelo de grano fino con un mínimo de 300 mm de espesor (suelo arcilloso), ya sea compactado en su lugar o de fuentes de préstamo identificados
- Un solo recubrimiento secundario de geomembrana HDPE de 1.5 mm (60-mil), texturado por ambos lados
- Un cárcamo de detección de fugas que es de 1 metro de profundidad por 2 metros cuadrados con un tubo HDPE ascendente de 250 mm en diámetro que se extienda por la pendiente lateral del estanque – el cárcamo de detección de fugas está lleno de grava limpia y drenaje libre
- Un recubrimiento HDPE de geored sobre la geomembrana secundaria
- Un solo recubrimiento HDPE de geomembrana primario de 2 mm (80-mil) con textura por un lado, con el lado texturizado hacia arriba

Cada estanque ha sido diseñado con sistemas de contención doble y detección de fugas (como se describen en la Sección 0). La contención doble de los estanques se proporciona para negar requisitos del tiempo permisible máximo de encharcamiento/almacenamiento.

3.7.2 Descripciones de los Estanques

Las soluciones y aguas pluviales que entran de la HLF se entregan inicialmente al estanque de solución rica. Durante las condiciones cuando el volumen de solución dentro del estanque de solución rica sea demasiado, la solución se desborda vía un vertedor de cresta amplia, forado con geomembrana, al estanque de evento. Del mismo modo, los desbordes debido a condiciones adversas de la planta ADR, tanque estéril, y planta de tratamiento de agua rebosen vía vertedores forrados con geomembrana o tuberías a los estanques de proceso.

La elevación de la cresta para ambos, el estanque de solución rica y de evento son iguales; por lo tanto, ambos estanques se combinan para proporcionar un almacenamiento de margen libre encima del vertedor del estanque de solución rica y el vertedor de emergencia del estanque de evento. Los volúmenes de almacenamiento requeridos y disponibles para cada estanque se discuten en más detalle en la Sección 3.7.3.

3.7.2.1 Estanque de Solución Rica

El estanque de solución rica es de forma trapecial y orientado en una dirección noroeste-sureste. Las dimensiones más largas del estanque miden aproximadamente 120 metros de ancho por 40 metros de largo en su cresta y tiene 12 metros de profundidad con pendientes laterales de 2H:1V. El estanque de solución rica tiene un vertedor que descarga al estanque de eventos que es un metro debajo de la cresta

del estanque. El fondo del estanque se inclina hacia un cárcamo al rincón noroeste para la evacuación de flujos y detección de fugas. El canal de colección de solución entra el estanque al rincón noreste, un metro debajo de la cresta del estanque. Se muestra el arreglo general del estanque de solución rica en el Plano HP1.

El estanque de solución rica acepta flujos de algunas fuentes de entrada y tiene dos opciones de salida. La solución está diseñada entrar al estanque por el canal de colección de solución, la tubería de rebose del tanque estéril, la tubería de rebose de la planta ADR y de la sistema de retrobombeo del estanque de evento. El estanque de solución rica ha sido diseñado con un sistema de retrobombeo que bombea la solución a los tanques de solución rica y solución estéril. Si el volumen de solución dentro del estanque de solución rica alcanza el rebose del vertedor, la solución fluirá al estanque de evento.

3.7.2.2 Estanque de Evento

El estanque de evento se ubica al sur del estanque de solución rica y es de forma trapecial y orientado en una dirección noreste-suroeste. Las dimensiones más largas del estanque de evento miden aproximadamente 140 metros de ancho por 214 metros de largo en su cresta y el estanque tiene una profundidad de 20 metros con pendientes laterales de 2H:1V. El rebose del vertedor del estanque de solución rica se ubica a lo largo del borde del estanque. El fondo del estanque se inclina hacia un cárcamo al rincón noroeste por la evacuación de fluidos y detección de fugas. Se muestra el arreglo general del estanque de evento en el Plano HP1.

El estanque de evento proporciona una capacidad adicional de almacenamiento para el estanque de solución rica. Se recoge la solución del estanque de solución rica por un rebose del vertedor y regresa la solución al estanque de solución rica por un sistema de retrobombeo ubicado en el cárcamo en el rincón noroeste. El sistema de tratamiento de agua de ubica a lo largo del borde sureste para tratar y soltar la solución como discutido en la Sección 0.

El estanque de evento incluye un vertedor de emergencia ubicado al borde sur para prevenir una falla catastrófica del terraplén del estanque de evento en el caso de que haya una tormenta extrema o condiciones adversas que vayan más allá de las condiciones de diseño.

3.7.3 Requisitos de Capacidad de Flujo del Estanque

La HLF está diseñada para proporcionar una nula descarga ya sea de agua de superficie o aguas superficiales durante condiciones climáticas promedios por un año como se discute en la Sección 3.6 mientras el mineral está siendo apilado en la pila. Los estanques de proceso de la HLF incluyen provisiones para acomodar los requisitos mínimos por volumen de almacenamiento de las condiciones adversas siguientes, debajo de 0.5 metros de borda libre para ambos estanques.

Estanque de Solución Rica:

- Un volumen de operación de 24 horas para mantener una producción de la Planta ADR a 700 m³/hr durante los eventos de poca entrada de flujo
- 110% de volumen total del tanque estéril

Estanque de Evento:

- 24 horas de drenaje del patio de lixiviación debido a condiciones adversas tales como la perdida de electricidad
- Acumulación máxima de flujos en el estanque de evento durante una temporada de lluvias anual promedio para eliminar la descarga de agua tratada al drenaje natural

Estanques de Solución Rica y de Evento Combinados al Vertedor de Emergencia en el Estanque de Evento

- El evento de tormenta de diseño de 25 años de 148 mm que se cae al patio de lixiviación forrado y a los estanques

La tabla siguiente resume los requisitos de capacidad y almacenamiento disponible para los estanques de proceso. Una discusión en detalle de los requisitos de medición se presenta en el Apéndice F.

Tabla 10: Volúmenes de Almacenamiento de los Estanques

Estanque	Criterio	Volumen Requerido (m³)	Volumen Disponible (m³)
Solución rica	Al vertedero de rebose	34,200	40,100
Evento	Al vertedero de rebose del Estanque de Solución Rica	239,400	273,200
Combinado	Al vertedor de emergencia del Estanque de Emergencia	323,200	330,100

3.8 Sistemas de Detección de Fugas

La HLF Maricela ha sido diseñada para proporcionar contención usando los sistemas siguientes para cada componente de instalación:

- Patio de lixiviación y canal de salida – recubrimiento compuesto y sistemas de detección de fugas
- Piletas de proceso – recubrimiento compuesto dual y de detección de fugas sobre el recubrimiento secundario
- Tanque estéril, planta ADR, planta de tratamiento de agua - concreto sobre recubrimiento HDPE de geomembrana con detección de fugas sobre la geomembrana

3.8.1 Detección y Colección de Fugas en el Patio de Lixiviación

El patio de lixiviación y sistema de revestimiento del canal de salida se componen de un recubrimiento de 80 mil HDPE geomembrana que cubre 300 mm de suelos arcillosos compactados de baja permeabilidad

con una permeabilidad más lenta que de 1 x 10^{-6} cm/seg). Hay un sistema de tuberías de detección de fugas ubicado entre el recubrimiento de geomembrana y la capa de suelo arcillosos en las áreas donde hayan flujos de solución concentrada sobre el recubrimiento compuesto, como se muestra en el Plano HC4. Las tuberías de salida de las celdas en el canal de salida proporcionan contención primaria de solución mientras que la sección de recubrimiento compuesto del canal de colección de solución proporciona contención secundaria. Cada célula de colección de solución contiene al menos una tubería de cloruro de polivinilo (PVC por sus siglas en inglés) Schedule 80 de 50 mm perforado para la detección de fugas debajo del recubrimiento de geomembrana directamente debajo de la tubería principal de la colección. La Celda 1 tendrá un total de dos tuberías de detección de fugas debido a la distribución de las tuberías primarias de colección. El sistema de detección de fugas para el patio de lixiviación se muestra en vista de plano en el Plano HL1.

Las tuberías de detección de fugas están rodeadas por y asentadas por grava de drenaje y un geotextil no tejido directamente debajo del recubrimiento de la geomembrana como se muestra en el Plano HL2. El sistema de detección de fugas permite el monitoreo y muestreo de flujos recogidos por dentro del sistema. La detección de fugas en cada celda está separada hidráulicamente para monitorear la solución convicta de esa celda. Como las tuberías de detección de fugas gradiente arriba pasan a las celdas gradiente abajo, la tubería PVC cambia de la pared perforada a la pared sólida y se coloca bentonita inmediatamente aguas abajo de la transición para evitar migración adicional.

A la salida de la Celda 1, adyacente al camino de acceso perimetral como se muestra en el Plano HL1, las tuberías de detección de fugas del patio de lixiviación entregan a su respectiva tubería ascendente vertical de pared solida de 200 mm en diámetro. Cada tubería ascendente incluye un vertedor que reporta al regreso al canal de salida.

Una sola tubería PVC de detección de fugas de 50 mm en diámetro se ubica debajo del canal de salida de entre la salida de la Celda 1 y el estanque de solución rica. Una tubería ascendente vertical de pared sólida de 200 mm en diámetro se ubica a la cresta del estanque de solución rica. La tubería ascendente incluye un vertedero que reporta al regreso al canal de salida.

3.8.2 Detección de Fugas en los Estanques de Solución Rica y de Evento

Los estanques de solución rica y de evento incorporan un recubrimiento de doble contención y sistemas de detección de fugas independientes entre cada otro, el patio de lixiviación, el canal de salida, y las losas de contención de las instalaciones de proceso. Se proporciona la contención doble por los recubrimientos de geomembrana HDPE primarias y secundarios como se describen en la Sección 3.4. Un geonet HDPE instalado entre los recubrimientos primarios y segundarios recoge el agua convicta que pasa por el recubrimiento primario. El fondo de cada estanque ha sido diseñado para drenar a un cárcamo de detección de fugas llena de grava de drenaje libre. Una tubería ascendente HDPE de

250 mm de diámetro pared sólida que se extiende por el talud lateral del estanque desde la base del cárcamo a la cresta del estanque que permite el acceso al cárcamo de detección de fugas donde la presencia de soluciones pueda ser comprobadas, muestreadas o evacuadas con una bomba sumergible de diámetro pequeño. Se muestran las ubicaciones de los cárcamos y las tuberías ascendentes en el Plano HP1.

3.8.3 Detección de Fugas de la Losa de Concreto de Contención

Se proporcionan la contención secundaria y de detección de fugas para las losas de concreto reforzado y contención al tanque estéril, la planta ADR y la planta de tratamiento de agua. Se construirán las losas sobre 300 mm de grava dren colocado sobre una geomembrana HDPE de 1.5 mm (60 mm) como se muestra en el Plano HL2. La grava dren se drena a una tubería de colección de PVC perforado de 50 mm diámetro que yace en el material de grava dren sobre el recubrimiento de la geomembrana a lo largo del borde de la losa más cercana del respectivo estanque de solución para cada instalación. La tubería de colección se entrega a una tubería PVC de ascendente vertical de 200 mm diámetro como se muestra en el Plano HL1.

3.9 Sistema de Manejo de Aguas Pluviales

La HLF Maricela requerirá canales de desvío de aguas pluviales a lo largo del camino de acceso perimetral norte para capturar escorrentía de las áreas de captación gradiente arriba de la HLF, como se muestra en el Plano HC1. Para capturar y llevar la escorrentía de los cortes de la superficie requerida para construir el camino de acceso perimetral de la HLF, se construirán unas zanjas pequeñas de desvío lo largo del borde el camino de acceso.

El canal de desvío norte está diseñado para llevar adecuadamente la escorrentía generada de un evento de tormenta de 25 años, 24 horas. El canal consistirá en un canal de forma "U" forrado con concreto como se muestra en el Plano HC4. El canal tendrá paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto para el fácil mantenimiento y la remoción de sedimentos. El canal será de 1 metro de profundidad y de 1.5 metros de ancho y proporciona un mínimo de 15 centímetros del margen libre. El diseño hidráulico del canal de desvío norte se presenta en el Apéndice G. El canal fluye en una dirección del oeste hacia el este y suelta los flujos a la cabeza de un drenaje sin nombre al este de la Quebrada Maricela vía una estructura de salida.

Un canal más pequeño de forma "U" forrado con concreto estará ubicado a lo largo del borde exterior del camino de acceso perimetral de la HLF para capturar la afluencia de los cortes superficiales creados durante la construcción. Estos canales más pequeños tendrán paredes verticales y un fondo plano forrados con concreto que miden 1 metro de profundidad y 1 metro de ancho, y proporcionan un mínimo de 15 centímetros del margen libre durante el evento de tormenta de 25 años y 24 horas. Estos canales soltaran el flujo vía una estructura de salida que está colocado donde se requiera para descarga. Los

puntos de descarga están ubicados donde el camino perimetral cambia de taludes de corte a taludes de relleno e inversión de la dirección de flujo.

Para controlar el sedimento generado de los flujos de agua de superficie en los alrededores de la HLF Maricela, una estructura de control de sedimento será construido aguas abajo de los estanques de proceso, como se muestra en el Plano G2. La estructura de control de sedimento será usado para controlar la transportación de sedimento en la Quebrada Maricela generado de los mejoramientos gradiente arriba. La estructura de control de sedimento se construye de canastas de gavión rellenos con rocas, parecido a otras estructuras existentes de control de sedimento construidas en el sitio. La estructura de control de sedimento crea un embalse gradiente arriba que actúa como un estanque de asentamiento, que permite que los sedimentos se asienten fuera de los flujos de corriente y se depositan aguas arribas del terraplén de la estructura de control de sedimento.

Los flujos de corriente siguen fluyendo por el terraplén, y durante eventos de alto flujo, el agua fluirá sobre el terraplén vía un desborde vertedor de cresta ancho a la Quebrada Maricela. Los sedimentos serán quitados aguas arribas del terraplén en una base regular para prevenir la sobrecarga del estanque de asentamiento aguas arribas del terraplén.

4.0 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL

4.1 Resumen

Se identificaron varios sitios potenciales del WRD incluso al WRD propuesto Chontal superior y un sitio al sur del propuesto tajo La Pava. Después de la exploración de los sitios potenciales, una revisión de los datos geotécnicos existentes, una investigación poco profunda del subsuelo de uno de los sitios, e ingeniería conceptual, se identificó el sitio propuesto del WRD Chontal superior como el sitio preferido para acomodar el volumen esperado de material de desecho. Los criterios de diseño utilizados en el proceso de selección incluyeron:

- Capacidad para proporcionar capacidad suficiente para el mineral identificado en el modelo actual de la mina
- Proximidad a las minas a cielo abierto
- Terreno adecuado para apilamiento y operación
- Estabilidad geotécnica
- Una cuenca pequeña gradiente arriba
- Aceptación social esperada de las comunidades cerca de los sitios del proyecto

La roca estéril será depositada en una instalación dedicada específicamente al botadero de roca estéril, llamado la instalación WRD Chontal superior, ubicada al este de la reserva de mineral como se muestra en el Plano WC1. El WRD Chontal superior contendrá aproximadamente 14 millones toneladas métricos de roca estéril, y tendrá una altura máxima de aproximadamente 80 metros. Como está planeado actualmente, el WRD Chontal superior tiene una altura promedio de unos 30 metros y cubrirá un área de aproximadamente 235,000 metros cuadrados de hectáreas. El sitio oscila en elevación de entre aproximadamente 350 m.s.n.m. en la base del botadero a unos 455 m.s.n.m. a la cresta final del botadero.

El WRD Chontal superior será desarrollado usando un enfoque progresivo que combina la construcción con operación que involucra la preparación secuencial del sito, construcción de los subdrenes, y el reemplazo de roca estéril. Un canal de desvió de aguas pluviales será construido primero por el perímetro del WRD para desviar las aguas pluviales gradiente arriba alrededor de la instalación como se muestra en el Plano WC1. El canal de desvío de aguas pluviales descargará el agua desviada a la Quebrada Chontal natural, al norte de la pila de mineral.

Antes de la colocación del material del botadero, el suelo existente será despojado de la capa vegetal y de suelos débiles superficiales arcillosos, y estos materiales serán colocados en una reserva de capa vegetal para su uso durante la restauración. Se instalaran subdrenes en los drenajes naturales debajo de la primera carga de desecho concurrente con el despojo de capa vegetal. Al terminar la colocación de los desechos, el botadero será re-nivelado para aplanar los ángulos de reposo de los taludes del

ascensor a una pendiente de cierre final más plano que del 2.5H:1V y para desarrollar los bancos para control de agua superficial a lo largo plazo.

Los suelos superficiales de reserva y la capa vegetal removidos durante la preparación del sitio serán colocados en la pendiente de restauración final como cubierta para reducir la erosión y transportación de sedimentos y promover la revegetación.

4.2 Despeje y Remoción

Antes de la eliminación de la roca estéril, la cuenca Chontal superior se limpiará de árboles y matorrales, y los tocones de árboles y las raíces fuertes serán removidos. La subrasante entonces será removida de cualquier vegetación remanente, masas de raíces y capa vegetal alta en contenido de materia orgánica y toda la materia orgánica y suelo se colocarán en una reserva para su uso como una capa de recuperación final sobre la instalación. Los suelos débiles, saturados, y arcillosos también serán removidos y colocados en una reserva independiente de las reservas de la capa vegetal. La profundidad total de la capa vegetal y suelo débil removido se estima de entre cero y 0.8 metros por pendientes, con promedio de unos 0.4 metros, y hasta algunos metros por la parte inferior de los drenajes naturales.

4.3 Subdrenes

Se instalarán los subdrenes en los drenajes primarios del sitio del WRD Chontal superior para recoger y transportar agua de manantial al drenaje natural más allá de la punta norte del WRD Chontal superior, como se muestra en el Plano WC1. Se espera que el agua recogida en los subdrenes sea de calidad suficiente para descargarla directamente a la Quebrada Chontal existente. Los subdrenes reducirán el agua de manantial en contacto con la roca estéril y minimizarán el desarrollo de presiones de agua de poro en el botadero como sea necesario para la estabilidad de taludes del área del botadero. Los subdrenes serán desarrollados por medio de la sobre excavación de cualquier tipo de suelos débiles, y luego colocarlos y rodearlos con una tubería perforada con grava gruesa y durable y un geotextil no tejido.

Las aguas de manantiales que se identifiquen dentro de la huella del WRD Chontal superior y fuera de los límites de los drenajes naturales se instalarán con subdrenes similares. Los subdrenes de las aguas de manantiales se descargarán en los subdrenes a los drenajes naturales principales.

4.4 Apilamiento

La roca estéril se colocará nominalmente en cargas con un ángulo de reposo de 10 a 15 metros de alto, con compensaciones entre cargas para proporcionar una pendiente lateral total de 2.5H:1V. Como se muestra en el Plano WC3, el ángulo de reposo de las pendientes estarán niveladas otra vez durante la recuperación para establecer estabilidad los bancos de control del agua superficial a largo plazo.

El apilamiento comenzará desde las elevaciones más bajas del sitio del botadero y se extienden arriba hacia el este, lo cual es necesario para mantener la estabilidad operacional. La superficie activa del botadero será nivelado para que se drene hacia la pendiente natural del sitio donde el escurrimiento de agua superficial entrará a la Quebrada Chontal. La escorrentía superficial del WRD Chontal superior será manejada por la estructura de control de sedimentos ya existente ubicada aguas arriba de la confluencia de la Quebrada Chontal con el Rio Quema como se muestra en el Plano G3.

4.5 Sistema de Manejo de Aguas Pluviales

Un canal permanente de desvío de aguas pluviales que se ubica sobre la parte superior del WRD Chontal superior está diseñado para conducir adecuadamente la escorrentía generada por el evento de tormenta de diseño de 25 años, 24 horas. El canal de desvío de aguas pluviales desviará la escorrentía de aguas superficiales del área de contención gradiente arriba de la cuenca Chontal superior al norte y oeste, recorrerá el WRD Chontal superior, y se descargará al drenaje natural de la Quebrada Chontal como se muestra en el Plano WC1.

El canal de desvío consta de un canal de forma trapecial como se muestra en el Plano WC1. El canal tiene un fondo plano de 2 metros de ancho con taludes laterales de 2H:1V y una profundidad mínima de 1 metro, que proporciona un margen libre mínimo de 15 centímetros. El diseño hidráulico del canal de desvío se presenta en el Apéndice G. Los flujos del canal se liberan a la Quebrada Chontal vía una estructura de salida.

Para controlar el sedimento generado de los flujos del agua de superficie en los alrededores del WRD Chontal superior, una estructura de control de sedimento existente se ubica aguas arriba de la confluencia de la Quebrada Chontal con el Rio Quema, como se muestra en el Plano G2. La estructura de control de sedimento será usado para controlar la transportación de sedimento en la Quebrada Chontal generado de los mejoramientos gradiente arriba. La estructura de control de sedimento se construye de canastas de gavión rellenos con rocas, parecido a otras estructuras de control de sedimento existentes construidas en el sitio. La estructura de control de sedimento crea un embalse aguas arriba que actúa como un estanque de asentamiento, permite que los sedimentos se asienten fuera de los flujos del corriente y se depositen aguas arribas del terraplén de la estructura de control de sedimento.

Los flujos del corriente siguen fluyendo por el terraplén, y durante eventos de alto flujo, el agua fluirá sobre el terraplén vía un desborde vertedor de cresta ancho a la Quebrada Chontal. Los sedimentos serán quitados aguas arribas del terraplén en una base regular para prevenir la sobrecarga del estanque de asentamiento aguas arribas del terraplén.

5.0 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

5.1 Análisis de Estabilidad

Se realizaron análisis de estabilidad del talud para evaluar la estabilidad a largo plazo, después del cierre, de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Se evaluó la geometría propuesta a dos secciones transversales para cada instalación; estas secciones se denotan como 1 y 2 para la HLF y 3 y 4 para el WRD. Se evaluó la estabilidad para las siguientes condiciones de diseño:

- Estático, Cierre – Estos análisis evalúan la estabilidad *después de cierre* de la HLF y el WRD en sus configuraciones finales construidas. Esta condición corresponde a la HLF en su altura máxima de diseño de 75 metros (20 Mt de capacidad) y el WRD en su altura máxima de diseño de 80 metros (14 Mt de capacidad)
- Sísmico, Cierre – Estos análisis evalúan la estabilidad de las configuraciones finales, después del cierre de la HLF y el WRD *sometidos a carga de terremoto* de un evento de diseño. Con base en la evaluación del riesgo sísmico, Golder seleccionó un terreno con un 10 por ciento de probabilidad de excedencia en 50 años (periodo de retorno de 475 años) con una aceleración anticipada máxima de suelo de 0.24 g en el sitio. El nivel anticipado de las aceleraciones inducidas por un terremoto que actúa en estas instalaciones se basó en el PGA estimado para el sitio. Se utilizó un coeficiente sísmico de diseño (k) de un 0.12 g (que corresponde a un 50 por ciento del PGA del sito) para hacer el análisis sísmico de estabilidad de talud.

Para estas dos condiciones de diseño, se realizó un análisis independiente para evaluar los modos diferentes de fallas potenciales en la HLF y el WRD; ellos son:

- Falla a lo largo del Sistema de Recubrimiento – utilizada para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a lo largo de la base del sistema de recubrimiento e interfaces de suelo-geomembrana. Estas superficies se extienden desde la cresta de la pendiente y pasan a lo largo (no mediante) el sistema de recubrimiento y salen por la punta de la pendiente. Se evaluó este tipo de falla para la HLF (Secciones 1 y 2) solamente.
- Falla total de la Pendiente a través de la Roca Estéril – utilizada para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de la altura total del WRD y representan una falla global (o total) de la pendiente. Estas superficies se extienden desde la cresta de la pendiente y salen cerca de la punta de pie de la pendiente. Se evaluó este tipo de falla para el WRD (Secciones 3 y 4) solamente.
- Falla Profunda a través de la Cimentación – utilizada para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de la altura entera de la pendiente de la HLF y el WRD y se extienden a la masa de roca subyacente. Se evaluó este modo de falla para ambos la HLF (Secciones 1 y 2) y el WRD (Secciones 3 y 4).

Una discusión adicional de la metodología del análisis y los supuestos se presentan en detalle en el Apéndice H.

5.1.1 Propiedades de los Materiales Seleccionados

Las pruebas de laboratorio y los datos del campo de trabajos anteriores (Knight Piésold 1994, Knight Piésold 1996, Tetra Tech 2008), del estudio de pre-factibilidad de estabilidad de talud del tajo por Golder (2013), y la investigación de Golder en 2013 fueron utilizados para el desarrollo de los propiedades

geotécnicas de los materiales usados para el análisis de estabilidad y el análisis estático se resumen en la Tabla 11. Se discuten en detalle el desarrollo de las propiedades de estos materiales en el Apéndice H de este reporte.

Tabla 11: Resumen de las Propiedades de los Materiales Usados para el Análisis de Estabilidad de la Pendiente

Tipo de Material	Peso por Unidad	Resistencia del Modelo y Parámetros
Mineral del Patio de Lixiviación	$\gamma_{húmedo}$ = 20 kN/m^3	ϕ' =34 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Roca Estéril	$\gamma_{húmedo}$ = 20 kN/m^3	ϕ' =31 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Relleno Estructural	$\gamma_{húmedo}$ = 19 kN/m^3 γ_{sat} = 20 kN/m^3	ϕ' =31 deg. c' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Base del Sistema de Recubrimiento	$\gamma_{húmedo}$ = 19 kN/m^3	δ' =21 deg. a' = 0 kPa (Mohr-Coulomb)
Material de Cimentación	$\gamma_{húmedo}$ = 23 kN/m^3	UCS = 15,000 kPa, RMR_{76} = 42 m_i = 25, D = 0 (Hoek-Brown Generalizado)

Notas: $\gamma_{húmedo}$ = peso por unidad húmeda; γ_{sat} = peso por unidad saturada; ϕ' = ángulos efectivo de fricción; c' = cohesión efectivo; δ' = ángulo de fricción de interfaz de suelo-a-geomembrana; UCS = resistencia a la compresión no confinada en la roca intacta; RMR_{76} = calificación de roca en masa; m_i = constante del material de Hoek-Brown para el tipo de roca; D = factor de perturbación.

5.1.2 Resultados de Estabilidad

La Tabla 12 resumen los factores de seguridad (FS) calculados para las instalaciones de la HLF y el WRD para condiciones estáticas y sísmicas. Se comparan los valores calculados del FS a los criterios aceptables para cada condición.

Tabla 12: Comparación de los Valores de FS Calculados a los Criterios de Estabilidad de Diseño

Instalación	Sección	Moda de Falla	ESTÁTICO, CIERRE Criterio de Diseño - FS ≥ 1.40		SÍSMICO, CIERRE Criterio de Diseño - FS ≥ 1.05	
			FS Calculado	¿Aceptable ?	FS Calculado	¿Aceptable ?
HLF Maricela	1	A lo largo de la base de recubrimiento	1.56	Sí	1.10	Sí
	2		1.49	Sí	1.06	Sí
	1	A través de la cimentación	2.91	Sí	2.12	Sí
	2		2.73	Sí	2.03	Sí
WRD Chontal Superior	3	A través de la roca estéril	1.61	Sí	1.18	Sí
	4		1.62	Sí	1.18	Sí
	3	A través de la cimentación	3.39	Sí	2.46	Sí
	4		3.00	Sí	2.14	Sí

Con base en los resultados de los análisis de estabilidad de talud realizados para las instalaciones de la HLF y el WRD, se puede hacer las siguientes conclusiones:

- Para *las condiciones estáticas,* los análisis es estabilidad de talud demuestran una estabilidad favorable para las dos instalaciones. Estos análisis indican *un riesgo de falla relativamente bajo* a lo largo del sistema de recubrimiento de la HLF y para la falla del talud total de la roca estéril en el WRD. Los valores calculados de FS para las condiciones estáticas son *superiores* del criterio de diseño (FS ≥ 1.40) para las condiciones estables de la talud.
- Los análisis de estabilidad para *condiciones sísmicas* (usando un periodo de retorno para un evento sísmico de 475 años) también demuestran una estabilidad favorable de las dos instalaciones. Los análisis indicaron *un riesgo relativamente bajo* de falla a lo largo del sistema de recubrimiento de la HLF y para falla del talud total de la roca estéril en el WRD. Los valores calculados de FS para las condiciones sísmicas son *superiores* del criterio de diseño (FS ≥ 1.05) para las condiciones estables de la talud.
- Los análisis indicaron que fallas que se desarrollan a lo largo de la base del sistema de recubrimiento (para la HLF) y las que pasan a través de la altura total de la roca estéril (para el WRD) son el modo de falla crítico para estas instalaciones bajo ambas condiciones estáticas y sísmicas. Para ambas instalaciones, los modos de falla que pasan a través de los materiales de cimentación cedieron valores de FS significativamente más altos que los calculados para los otros modos de falla. Con base en esto, se consideran que las fallas profundas que penetran a la masa de roca debajo de estas instalaciones se consideran ser de *muy bajo riesgo* de inestabilidad bajo condiciones estáticas y sísmicas.

5.2 Asentamiento del Patio de Lixiviación

Golder evaluó el asentamiento potencial de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior que pudiera ocurrir debido a la colocación de mineral y roca estéril. La colocación de material causará un aumento en el esfuerzo efectivo que actúa sobre los suelos subsuperficiales y causará que el suelo se deforme. Esto es resultado de las partículas de la masa del suelo desplazándose y reduciendo el espacio vacío en respuesta al esfuerzo aplicado. Los asentamientos grandes diferenciales, que típicamente ocurren en suelos de grano fino tales como arcillas y limos, tienen el potencial de causar daño al recubrimiento de geomembrana en la HLF o afectar adversamente al sistema de drenaje de la HLF y el WRD.

La evaluación de Golder asume que los suelos superficiales de grano fino serán removidos antes de la colocación del recubrimiento, el mineral, o la roca estéril como se describe anteriormente. Los suelos removidos serán puestos en pilas de reserva para su uso como relleno estructural en la nivelación de la HLF o como tapa final de recuperación. Aunque la base de la HLF será colocada sobre una base de roca erosionada que es similar al suelo, una porción grande en la punta de la HLF será colocada sobre relleno estructural de ingeniería. Este material puede ser susceptible a asentamientos; aunque, no se esperan que estos asentamientos sean lo suficiente grandes para causar efectos adversos al sistema de recubrimiento o la estabilidad de la pila. Se esperan que los asentamientos en las áreas de relleno sean menos de uno por ciento de la altura total del relleno a condición de que el relleno esté colocado como un relleno estructural de ingeniería. Los asentamientos pequeños en el relleno y en los asentamientos

inmediatos en los suelos de cimentación pueden ocurrir debajo de la HLF y el WRD; sin embargo, no se consideran que las deformaciones que ocurran tendrán un efecto negativo hacia el recubrimiento, el sistema de colección de solución, o la estabilidad de la pila. Aunque no se realizó un análisis de asentamiento total para este análisis de pre-factibilidad, será apropiado caracterizar de una mejor manera el asentamiento de cualquier tipo de relleno profundo en el diseño a nivel de factibilidad.

6.0 DESPUÉS DE OPERACIÓN Y CIERRE

El plan de cierre para el proyecto Cerro Quema será consistente con las pautas de cierre aceptadas por las minas en Panamá, y se seguirán las prácticas y pautas aceptadas por las minas en otras regiones donde se utilizan operaciones mineras a cielo abierto y patios de lixiviación. Las áreas perturbadas por la minería serán reclamadas y cerradas en condiciones físicamente y químicamente estables. La HLF Maricela y el WRD Chontal superior serán construidos y operados con la anticipación del cierre al final de la vida de la mina usando procedimientos concurrentes de recuperación en la mayor parte posible.

El enfoque de toda la planeación y todas las actividades será para minimizar el impacto o la degradación de aguas superficiales y aguas subterráneas en el área general de la mina. El cierre progresivo de las instalaciones durante operación ayudará este enfoque.

6.1 Instalación del Patio de Lixiviación Maricela

La HLF será apilada en cargas de aproximadamente 8 metros en altura, con bancos proporcionados entre cargas para crear un talud de mineral con un promedio total de 2.5H:1V, que proporcionará una estabilidad operacional y después del cierre de la pila, y minimizar la nivelación durante la recuperación a la re-taludarización entre y sobre los bancos para facilitar el drenaje de las aguas superficiales.

Se anticipa que, al final del apilamiento y la lixiviación, la pila será enjuagada para remover los residuos de metales preciosos y cianuro sodio. Al terminar el enjuague, se espera que el mineral enjuagado sea un material no peligroso. Se espera que durante la lixiviación activa después de que se haya terminado el apilamiento de mineral, y durante en enjuague, el agua que se acumule en el sistema de estanques tendrá que ser tratada y descargada a la Quebrada Maricela. El tratamiento y descarga de las aguas en exceso continuará durante este periodo.

La cobertura de cierre para la propuesta HLF consistirá de una capa vegetal, o un compuesto de capa vegetal/suelo que sea capaz de sostener la vegetación local y tenga una permeabilidad baja para reducir la infiltración a la pila. La cobertura será colocada sobre la totalidad de la pila, incluyendo los taludes, bancos, y la parte superior de la plataforma (cresta). Este sistema de cobertura reducirá la filtración a la pila y minimizará el potencial de erosión de suelo y sedimentos a la Quebrada Maricela. Se anticipa que la infiltración a través de la cobertura sea analizada en diseños futuros para desarrollar un diseño más detallado de la cobertura y los sistemas de manejo de agua después del cierre.

Al final del proceso de enjuague y la instalación de la cobertura, el escurrimiento del agua superficial de la cobertura de cierre de la HLF Maricela se considera como agua sin contacto. Se realizaron pruebas durante la operación para determinar la calidad de agua que se anticipa de la HLF Maricela después del cierre. Se anticipa que esta agua tenga una calidad aceptable para permitir una descarga directa.

El sistema de manejo de aguas superficiales desarrollado en los bancos de recuperación de la pila será conectado al sistema de manejo de aguas superficiales desarrollado durante la construcción de la HLF. Se anticipa que la mayoría de las estructuras del manejo de agua quedaran in-situ, aunque algunas pueden ser modificadas para acomodar los cambios en las geometrías finales de la pila. Se propone que el estanque de evento u otros estanques del manejo de agua sean incorporados en el sistema del manejo de agua post-cierre para recolectar los flujos residuales de la HLF.

6.2 Botadero de Roca Estéril Chontal superior

La roca estéril se colocará en cargas de ángulo de reposo de aproximadamente de 10 a 15 metros de altura con compensaciones entre las cargas para proporcionar un ángulo nominal de pendiente de 2.5H:1V. Las pendientes del botadero incluirán bancos a intervalos regulares, y los inter-bancos serán aplanados conforme el cierre del botadero progrese. El cierre progresivo incluirá la nivelación de los bancos para que se drenen y la colocación de una cobertura sobre las pendientes y bandos del botadero como se está desarrollando el WRD Chontal superior, y luego sobre la cresta del botadero después del cese de minería.

Entendemos que la roca estéril que será colocada en el WRD Chontal superior se espera ser no-reactivo. La cubierta de cierre para el propuesto WRD Chontal superior consta de una capa vegetal o un compuesto de capa vegetal/suelo que sea capaz de apoyar a la vegetación local y tenga una permeabilidad baja para reducir la infiltración al botadero.

Este sistema de cobertura reducirá la filtración en el WRD Chontal superior y minimizará el potencial de erosión de suelo y de sedimentos a la Quebrada Chontal. Se anticipa que la infiltración sea analizada en diseños futuros para ayudar con los sistemas de manejo de agua para el WRD Chontal superior.

Conforme se desarrolle el sistema de manejo de aguas superficiales para los bancos de la pendiente del WRD Chontal superior, serán construidos los sistemas de desvío de aguas superficiales para drenar los alrededores del botadero durante la operación. Se anticipa que algunas de las estructuras existentes del manejo de agua serán removidas y cerradas, mientras otras serán modificadas, y con las zanjas finales dirigiendo la escorrentía a la Quebrada Chontal y a las estructuras de control de sedimentos aguas abajo a la confluencia de la Quebrada Chontal y el Rio Quema.

7.0 ESTUDIOS ADICIONALES Y RECOMENDACIONES

7.1 Consideraciones Geotécnicas

Para facilitar el diseño de factibilidad y detalle de la HLF y el WRD, se recomienda una investigación geotécnica de campo adicional y programas de pruebas del laboratorio. Para satisfacer los estándares de práctica para instalaciones del patio de lixiviación, de deben caracterizar las condiciones de la subsuperficie con suficiente detalle para proporcionar un nivel alto de confianza en la estratigrafía, agua subterránea, estructura, y las vías preferenciales de flujo en los 30 metros superiores a la subsuperficie. Esto se logra por medio del avance de barrenos geotécnicos ubicados dentro de la huella de la instalación. La profundidad y la cantidad de los barrenos dependerán del diseño final de las instalaciones.

Además, se debe realizar una investigación de poca profundidad de la subsuperficie para caracterizar las condiciones del suelo cerca de la superficie para todo el sitio para delinear mejor las masas de las profundidades de las raíces vegetativas, profundidad de la remoción de la capa vegetal y los suelos débiles, lecho de roca cerca de la superficie, y requisitos generales de nivelación. Esto se puede realizar usando una excavadora montada o por la excavación a mano de pozos de prueba exploratorios.

7.2 Peligros Sísmicos y de Falla

Se debe dar mayor consideración a la reevaluación de los valores PGA apropiados para la factibilidad y el diseño final debido al registro histórico de sacudimientos fuertes debido a los terremotos, la ubicación de fallas mayores conocidas dentro de unos 40 km del proyecto Cerro Quema y el lineamiento observado dentro de un kilómetro al sur del sitio propuesto de la mina. Este lineamiento puede ser asociado con la Falla del Río Joaquín, y debe ser evaluado más como una ruptura superficial de la falla y un fuerte peligro de sacudimientos debido a los terremotos.

Actualmente, un análisis de probabilidad de los peligros sísmicos especificados del sitio se está realizando por Golder para refinar mejor los valores PGA de un evento de 475 y 2,475 años para los sitios de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Cuando este completo, estos valores serán utilizados para confirmar o ajustar los resultados del análisis inicial de estabilidad y los diseños.

7.3 Hidrogeología

Se debe dar mayor consideración a la evaluación de las condiciones hidrogeológicas que existen para el proyecto Cerro Quema, específicamente en las proximidades de los sitios de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Los pozos de monitoreo ya existentes se ubican a lo largo de la Quebrada Chontal, aguas abajo de la plataforma de proceso y el WRD. En el momento de este reporte, Golder no conoce ninguno de los puntos de monitoreo adicional en las proximidades de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior.

Las condiciones de las aguas subterráneas pueden ser registradas durante la investigación geotécnica de campo para el diseño detallado por medio de la instalación de tuberías de revestimiento ranurado de PVC que se instalen en los barrenos geotécnicos. Además, un estudio completo de los manantiales de agua subterránea se está realizando actualmente por Golder para delinear y cuantificar los flujos de todo el año o de temporada por debajo de los sitios de la HLF y el WRD propuestos. Este estudio asistirá con la medición adecuada de las tuberías de colección de los subdrenes instaladas debajo de los cimientos para cada instalación.

7.4 Control de Aguas Superficiales

Se debe considerar el monitoreo de flujos de corrientes existentes para medir la transportación de sedimentos en corrientes existentes. Esto proporcionará información valiosa en el diseño de estructuras de control de sedimentos aguas abajo de los mejoramientos propuestos. Actualmente, Golder está trabajando con PRO para desarrollar un plan de monitoreo de la evaluación en curso de los impactos ambientales y sociales.

7.5 Datos Climáticos

Las medidas adicionales de la precipitación y evaporación específicas del sitio deben ser recogidas para refinar mejor las predicciones del balance de agua de flujos de proceso de la HLF. Los datos más precisos de precipitación y evaporación del proyecto Cerro Quema proporcionarán una confianza más alta al estimar la consumación de procesos de fluido y capacidades de almacenamiento de los estanques.

7.6 Optimización de la Instalación

Se debe hacer un esfuerzo adicional para optimizar la geometría de las instalaciones propuestas. La constructabilidad de la HLF y estanques de proceso es muy importante. Las terracerías constituyen el costo individual más grande de la construcción de la HLF. Debido al terreno naturalmente empinado y temporada seca corta, la construcción tendrá sus desafíos. Se debe hacer un esfuerzo adicional para optimizar lo siguiente:

- Movimientos de tierra en masa
- Geometría de la pila y patio de lixiviación
- Taludes laterales de los estanques
- Construcción del sistema de recubrimiento
- Nivelación de los caminos de acceso y cortes de laderas
- Acceso a la instalación
- Integración de los canales de desvió de aguas pluviales y caminos, la HLF, y el WRD

Para optimizar la nivelación en masa y estimar con más precisión las cantidades requeridas de movimientos de tierra, se debe realizar un levantamiento en detalle de la topografía natural. Se recomienda que el levantamiento sea realizado con una precisión vertical de menos de ½ metro.

7.7 Recuperación y Cierre

Golder recomienda que se haga un esfuerzo adicional para desarrollar un plan de recuperación que sea viable, aún proactiva para la HLF y el WRD. El control de sedimentos y erosión y el manejo de aguas pluviales será un desafío a lo largo de la operación. Para reducir la transportación potencial de sedimentos y la erosión de taludes operacionales, Golder recomienda la implementación de un plan de recuperación concurrente para reformar activamente los taludes de la HLF y el WRD durante la operación. Esto incluye la re-nivelación, la colocación de suelo de cubierta, la colocación de la capa vegetal, y revegetación. Además de los esfuerzos relacionados con la reducción de sedimentos y el manejo de erosión, la colocación de una cubierta de baja permeabilidad sobre la HLF y el WRD durante la operación reducirá la infiltración no deseada de aguas pluviales a la pila por precipitación que podría llevar a la inestabilidad geotécnica a largo plazo.

Este reporte es una traducción del reporte original en inglés. Si hay una discrepancia entre el reporte original en inglés y esta traducción, el reporte en inglés es el que prevalecerá.

8.0 REFERENCIAS

Corral, I., Griera, A., Gomez-Gras, D., Corbella, M., Canals, A., Pineda-Fa conett, M., Cardellach, E., 2011, Geology of the Cerro Quema Au-Cu deposit (Azuero Peninsula, Panama), Geologica Acta 9, p. 1-18.

Dyer, 2013. *Cerro Quema Mine, Hydrologic Study*. Prepared for Minera Cerro Quema, S.A. by Dyer Engineering Consultants Inc. Dated April 2013.

FlowMaster, 2009. Version 8i, build date November 4, 2009 developed by Bentley Systems, Inc.

Golder, 2014. *Pre-feasibility Study, Heap Leach and Waste Rock Dump Facilities, Cerro Quema Mine, Los Santos Province, Panama* Design Drawings prepared for Pershimco Resources Inc. by Golder Associates Inc. Dated 11 June, 2014, Revision 0.

HEC-HMS, 2010. Version 3.5, build date August 10, 2010 developed by U.S. Army Corp of Engineers (USACE).

KP, 1996a. *Enviornmental Viability Report, Cerro Quema Project*. Prepared for Minera Cerro Quema, S.A. by Knight Piésold LLC. Dated November 4, 1996.

Knight Piésold, 1996b. *Cerro Quema Project, Geotechnical Investigation Report*. Prepared for Kappes, Cassiday & Associates by Knight Piésold LLC. Dated November 6, 1996.

KP, 2005. *Cerro Quema Project, Seismic Hazard Assessment*. Prepared for RNC Gold, Inc. by knight Piésold and Co. Dated February 1, 2005.

NAVFAC, 1986. *Soil Mechanics*. Design Manual *DM-7.0, Change 1*. Prepared by *the* Naval Facilities Engineering Command. Dated September 1986.

Pershimco, 2013. Fact Sheet available at http://www.pershimco.ca/s/FactSheet.asp Prepared by Pershimco Resources, Inc. Dated July 2013.

P&E, 2012. *Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Cerro Quema Project, Los Santos Province, Panama*. Prepared for Pershimco Resources, Inc. by P&E Mining Consultants Inc. Dated November 2, 2012.

RNC, 2002. *Feasibility Study of the Cerro Quema Project, Los Santos Province, Republic of Panama*. Prepared by RNC Resources Ltd. And Bikerman Engineering and Technology Associates, Inc. Dated 2002.

Rocscience, 2011. Phase2, Version 8.0 developed by Rocscience Inc.

Rocscience, 2012. Slide, Version 6.0, build date June 24, 2010 developed by Rocscience Inc.

Seed, H.B. (1982). *The Selection of Design Earthquakes for Critical Structures*. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 27, No. 6, pp. S7-S12.

Tetra Tech, 2008. *Cerro Quema Project, Sediment Dam and Waste Dump Technical Memorandum of Geotechnical Investigation and Stability Analysis Results*. Prepared for Bellhaven Copper & Gold Inc. by Tetra Tech. Dated June 2008.

WinTR-55, 2011. Version 1.00.10 developed by U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (NRCS).

HH3-1114

USACE, 1994. *Hydraulic Design of Flood Control Channels*. Engineering Manual 1110-2-1601. Prepared by the US Army Corps of Engineers. Dated June 30, 1994.

CM/GT/ap

14019.final.doc

Fecha: 21-ENERO-2014 **Hecho por:** CJM

Número de Proyecto: 1300709 **Verificado por:** GRT

Asunto: Base de Diseño **Revisado por:** RAB

Proyecto : Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Cerro Quema

1.0 Objetivo

Este documento resume la base de diseño usado para el diseño de las Instalaciones del Patio de Lixiviaciones Maricela y del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior al Proyecto Cerro Quema.

La información en esta base de diseño se deriva de una variedad de fuentes. El referenciamiento de datos en este documento es como sigue:

Referencias	
Código	**Fuente de Información**
PRO	Pershimco Resources Inc.
G	Golder Associates Inc.
KCA	Kappes, Cassiday & Associates
PE	P&E Mining Consultants
KP	KP *Geotechincal Investigation Report* (Reporte de Investigación Geotécnica), Noviembre 6, 1996
D	Dyer Engineering, *Hydrology Report* (Reporte de Hidrología), 2013
T	Tetra Tech, *Sed. Dam and Waste Dump Stability* (Estabilidad de la Presa de Sedimentos el Botadero), 2008

2.0 Datos Climatológicos y Meteorológicos

2.1 Precipitación de Tormentas

Estación Meteorológica	La Miel	
Longitud del sito (dd)	80° 31' 51.3"	W
Latitud del sitio (dd)	7° 33' 12.3"	N
Elevación del sitio (m)	200 to 950	m

Precipitación Total (mm)		
Evento de Tormenta	**Media**	**Referencia**
2	94	D
5	115	
10	130	
25	148	
50	161	
100	175	

APÉNDICE A
BASE DE DISEÑO

2.2 Datos Climáticos de Promedio Mensual

Desarrollado de las Estaciones Meteorológicas Cerro Quema y La Llana

Promedios Mensuales			
Mes	Precipitación Promedio (mm)	Promedio de Evaporación de Bandeja (mm)	Referencia
Enero	14.0	85.0	G
Febrero	5.6	91.0	
Marzo	10.8	105.0	
Abril	50.7	98.0	
Mayo	200.1	88.0	
Junio	237.9	80.0	
Julio	201.9	78.0	
Agosto	251.8	79.0	
Septiembre	273.4	76.0	
Octubre	309.0	69.0	
Noviembre	228.0	67.0	
Diciembre	69.6	75.0	
Año	**1852.7**	**991.0**	

3.0 Modelo Hidrológico

Los flujos máximos que se esperan de la tormenta de diseño de 100 años, 24 horas, fueron calculados usando el programa de modelación HEC-HMS del US Army Corp of Engineers.

-Datos medios de precipitación para el modelo de la programa HEC-HMS fueron obtenidos de NOAA Atlas 14.

-Se utilizó el Estudio de Suelos USDA NRCS de Internet para determinar las Clasificaciones de los Grupos Hidrológicos del Suelo.

-La Publicación Técnica 55 (TR-55) calculó los números de curva SCS (CN) para las áreas de captación usando un promedio ponderado de las Clasificaciones de Grupos de Suelos Hidrológicos.

Parámetro	Valor	Referencia
Método de Enrutamiento de Cuenca	SCS Unidad de Hidrógrafo	G
Método de Perdida de Cuenca	SCS CN	

Fecha: 21-ENERO-2014 **Hecho por:** CJM

Número de Proyecto: 1300709 **Verificado por:** GRT

Asunto: Base de Diseño **Revisado por:** RAB

Proyecto : Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Cerro Quema

4.0 Diseño del Patio de Lixiviación y Botadero de Roca Estéril

4.1 Propiedades de Resistencia de Material

Material	Peso por Unidad Húmeda (kN/m³)	Peso por Unidad Saturada (kN/m³)	Tipo de Resistencia	Parámetros de Resistencia al Corte		Referencia
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kN/m²)	
Mineral de la Pila de Lixiviación	20	–	Mohr-Coulomb	34	0	G
Roca Estéril	20	–	Mohr-Coulomb	31	0	G
Relleno Estructural	19	20	Mohr-Coulomb	31	0	G
Base del Sistema de Recubrimiento	19	–	Mohr-Coulomb	21	0	G
Material de Cimentación	23	–	Hoek-Brown Generalizado	UCS = 15,000 kPa RMR_{76} = 42 m_i = 25, D = 0		G

4.2 Estabilidad Geotécnica del Talud

Parámetro	Valor	Comentario	Referencia
Programa de Modelación de Estabilidad	Slide 6.0	2-D Análisis de Límite de Equilibrio de Estabilidad	
Resistencia del Suelo	Resistencia Residual		G
Factor de Seguridad Estático Global (FOS)	1.4		G
Global Pseudo-Static FOS	1.05		G
Aceleración Máxima del Suelo (PGA)	0.24		G
Coeficiente de Aceleración Horizontal del Suelo, K	0.12	½ x PGA	G

4.3 Criterios Generales de Diseño

4.3.1 Arreglo General del Patio de Lixiviación

Parámetro	Valor	Comentario	Referencia
Densidad de mineral	1.5 toneladas/m³		KCA
Capacidad	20M toneladas		PRO
Área de Perturbación	43.9 hectáreas		PRO
Altura Máxima de la pila	75 m		PRO
Altura nominal de la carga	8m		PRO
Pendiente total de la pila	2.5H:1V	restauración final	PRO
Pendiente local de la pila (entre bancos)	1.5H:1V		PRO
Ancho del banco	10 m		PRO
Ancho mínimo de la cresta de la pila	40 m		PRO
Pendiente mínima del patio	1%		PRO
Pendiente máxima del patio hacia la punta (dentro de 100 metros de la punta)	3H:1V		PRO
Pendiente máxima del patio hacia la punta (mas que 100 metros de la punta)	2H:1V		PRO
Compensación mínima de la punta de la pila (Cierre) a la punta expuesta de la berma perimetral	4 m		1

4.3.2 Criterios de Operación

Parámetro	Valor		Comentarios	Referencia
Densidad del mineral	1.5 toneladas/m³			KCA
Contenido promedio de humedad natural de mineral	5.8%		por peso seco	KCA
Contenido promedio de retención de humedad del mineral	8.9%		por peso seco	KCA
Tasa anual de carga de mineral	Año	M Toneladas		PE
	-1	0.89		
	1	3.6		
	2	3.6		
	3	3.6		
	4	3.6		
	5	3.6		
	6	0.85		
	7	0		
Tasa promedio de aplicación de solución	10 l/hr/m²			KCA
Tasa máxima de aplicación de solución	12 l/hr/m²			KCA
Caudal promedio de aplicación de solución	583 m³/hr			KCA
Caudal máximo de aplicación de solución	700 m³/hr			KCA
Evaporación máxima realzada	25 m³/hr		Rociadores evaporetivos flotantes en el estanque de evento	KCA
Capacidad del caudal de la planta de tratamiento de agua	300 m³/hr			KCA
Sistema de irrigación de lixiviación (Condiciones de año típico y un año húmedo)	tipo rociadores			KCA
Sistema de Irrigación de Lixiviación (Condiciones de un año seco)	goteo			KCA
Ciclo promedio de lixiviación	70 días			KCA

4.3.3 Parámetros de los Materiales de Construcción de la Pila

Parámetro	Valor		Comentario	Referencia
Espesor mínimo del suelo arcilloso	300 mm compactado			G
Conductividad hidráulica del suelo arcilloso - mas lento que	1.0 x 10^{-6} cm/seg			G
Recubrimiento de geomembrana	80-mil HDPE			G
Capa de drenaje sobre el recubrimiento - espesor mínimo	700 mm no compactado			G
Capa de drenaje sobre el recubrimiento - densidad in-situ	1.75 toneladas/m³			G
Capa de drenaje sobre el recubrimiento de conductividad hidráulico - mas rápido que	1.0 x 10^{-2} cm/seg			G
Sistema de tubería de colección de solución	CPE perforado HDPE perforado HDPE de pared solido			G
Inclinación mínima de colección de solución	1.0%			G
Espacio máximo de entre las tuberías terciarias de colección	Pendientes más planas que del 20%	5 m		G
	Pendientes mas inclinadas que del 20%	4 m		G
Sistema de detección de fugas	PVC perforados de 50 mm		Solamente debajo de las tuberías primarias de colección y canales de salida	G

Golder Associates

CÁLCULOS

Fecha: 21-ENERO-2014 **Hecho por:** CJM

Número de Proyecto: 1300709 **Verificado por:** GRT

Asunto: Base de Diseño **Revisado por:** RAB

Proyecto : Estudio de Pre-Factibilidad para el Proyecto Cerro Quema

4.3.4 Estanques de Proceso del Patio de Lixiviación

4.3.4.1 Capacidades de los Estanques de Proceso

Parámetro	Capacidad de Almacenamiento (m³)	Comentarios	Referencia
Tanque estéril	525		KCA
Estanque de solución rica			
Operando las 24 horas	16,800		KCA
Drenaje de 24 horas	16,800	Debido a la perdida del sistema de bombeo	PRO
110% del Tanque Estéril	600		G
Total Requerido	34,200		
Total Disponible	40,100	Al vertedero de rebose, 1 m debajo de la cresta	
Capacidad del estanque de evento			
Acumulación de flujo en un año típico	238,600	Desarrollado del flujo del proceso de balance de agua	G
Total Requerido	238,600		
Total Disponible	273,200	Al vertedero de rebose, 1 m debajo de la cresta	
Capacidad Combinada de los Estanques de Proceso			
Vertedero de rebose al estaque de solución rica	34,200		
Estanque de evento al vertedero de rebose	273,200		
Evento de tormenta de 25 años, 24 horas	49,500		G
Capacidad del vertedero de rebose al vertedor de emergencia	16,800	Sobre el vertedero de rebose, 1 m debajo de la cresta al vertedero de emergencia de 0.5 m	G
Total Requerido	322,300		
Total Disponible	330,100	Al vertedor de emergencia, 0.5 m debajo de la cresta	

4.3.4.1 Construcción de los Estanques de Proceso

Espesor mínimo de la capa debajo del recubrimiento	300 mm compactado		G
Conductividad hidráulica máxima de la capa debajo del recubrimiento	No requisito		G
Recubrimiento de geomembrana primaria	2.0 mm (80-mil) HDPE	Texturado de un solo lado (lado texturizado hacia arriba)	G
Capa de drenaje del revestimiento del estanque	HDPE Geored		G
Recubrimiento de geomembrana secundaria	1.5 mm (60-mil) HDPE	Texturado por ambos lados	G
Sistema de detección de fugas	2m x 2m cárcamo relleno con grava con una tubería ascendiente de 250 mm HDPE DR26, de 1 m de profundidad		G

4.3.5 Arreglo General de la Instalación de Botadero de Roca Estéril Chontal Superior

Parámetro	Valor	Comentario	Referencia
Densidad de Roca Estéril	2.03 toneladas/m³		PE
Capacidad	14.0 millones de toneladas		G
Área de perturbación	23.5 hectáreas		G
Altura máxima de la pila de botadero	80 m		G
Altura nominal de la carga	15 m		PE
Pendiente total	2.5H:1V	Restauración final	G
Pendiente local (entre bancos)	1.5H:1V		G
Ancho del banco	10 m		PE
Ancho mínimo de la cresta de a pila del botadero	40 m		G

4.3.6 Caminos de Acceso y Acarreo

Parámetro	Valor	Comentario	Referencia
Grado máximo del camino de acarreo durante la operación de la pila	10%		PE
Grado máximo del camino de acceso de la pila después de operación (cierre)	10%		PE
Ancho mínimo del camino de acarreo durante operación	16 m	Trafico de 2 vias	PE
Grado máximo del camino de acceso perimetral	30%		G
Ancho mínimo del camino de acceso perimetral	8 m	Trafico de vehículos ligeros de 2 vias	G

4.3.7 Canales de Desvió de Aguas Pluviales

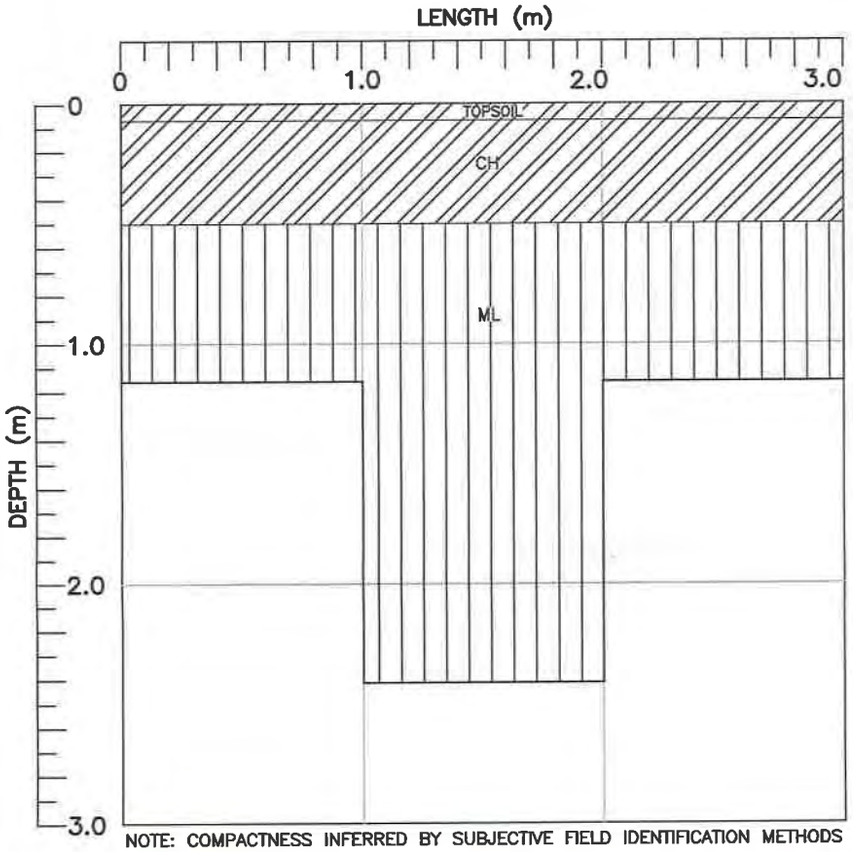
Parámetro	Valor	Comentarios	Referencia
Evento de Tormenta de Diseño (permanente)	25-yr, 24-hr		G
Evento de Tormenta de Diseño (temporal)	25-yr, 24-hr		G
Margen libre mínimo (todos los canales)	15 cm debajo del nivel máximo de agua		G
Pendiente mínima	1.0%		G
Coeficiente de rugosidad de los canales sin recubrimiento	0.035		G
Coeficiente de rugosidad de canales forrados con concreto	0.015		G

APÉNDICE B
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA DEL CAMPO

TEST PIT LOG

No. TP-2

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT SHOVELS, PICKS, BUCKETS CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/18/2013
COORDINATES N 832881 E 550884 ELEV. 209 m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH OF MARICELA SECA HLF TIME –



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.10m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.10-0.50 m:
FAT CLAY (CH), red-brown, moist, very stiff, high plasticity clay, fine grained sand.

0.50-2.40 m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: SANDY SILT (ML), yellow-brown, moist, very dense, low plasticity fines, fine grained sand.

Note: Observed some relict joints/bedding.



SPECIAL NOTES

1. Hand excavated
2. Water pooled in pit overnight.
3. Area partially cleared for grazing, reforestation efforts are underway.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	0.4 m
2	BG	1.0 m

LEGEND
BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

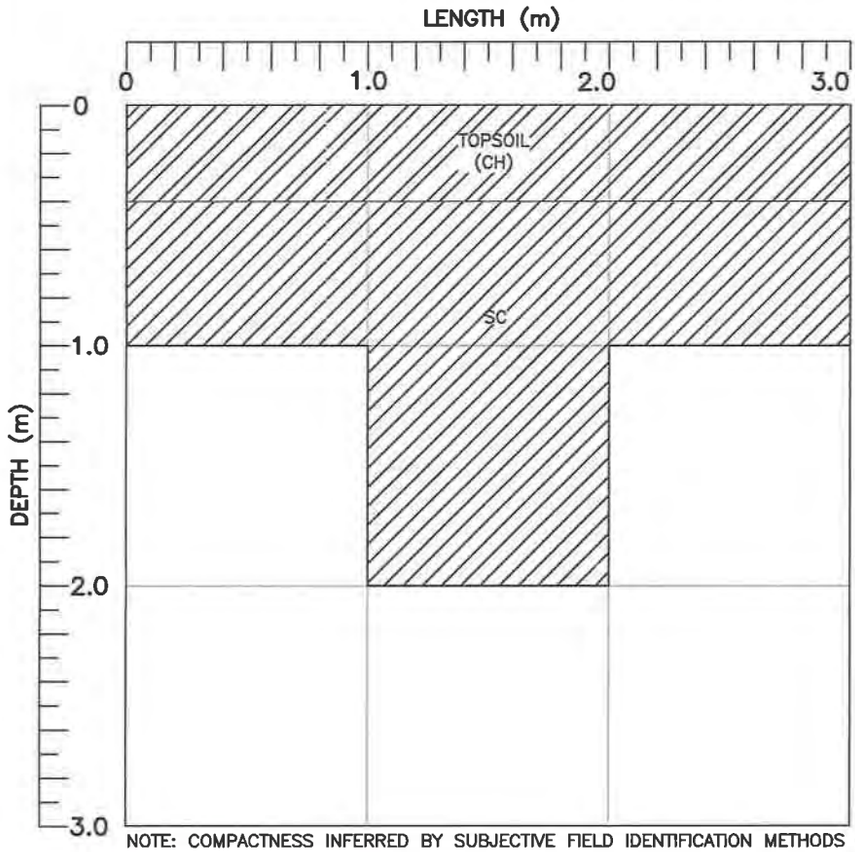
Monday, January 27, 2014 - 2:53pm FILE: S:\Pershimco Resources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-2
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~HP~~ 1119

TEST PIT LOG

No. TP-3

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT SHOVELS, PICKS, BUCKETS CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/21/2013
COORDINATES N 833127 E 551176 ELEV. 265 m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH OF MARICELA HLF TIME –



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.45m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), red-brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.45-2.0 m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: CLAYEY SAND (SC), yellow-brown, moist, very dense, medium plasticity fines, fine grained sand.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Hand excavated
2. Slopes up to 50% down ravines.
3. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees up to 100 cm diameter.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	0.4 m
2	BG	1.0 m
1	BG	2.0 m
2	BG	2.0 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

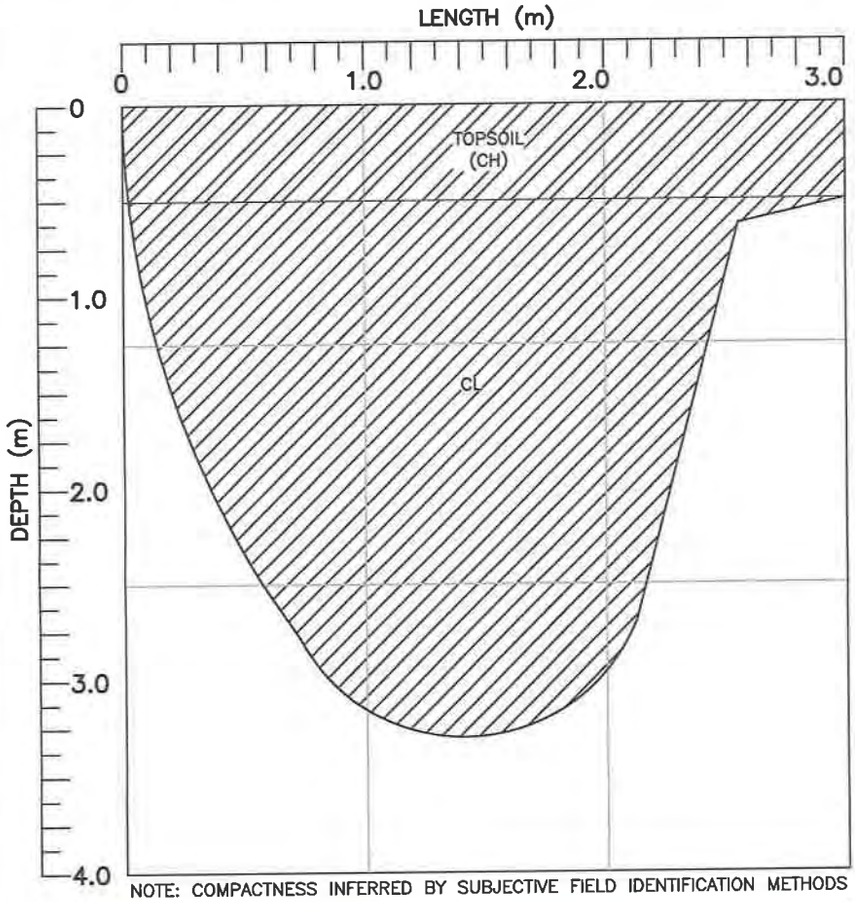
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

Monday, January 27, 2014 - 2:59pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300708 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME: \TP-3
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP–10

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 320 C TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/25/2013
COORDINATES N 833684 E 551204 ELEV. 287 m DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION NEAR WESTERN BOUNDARY OF MARICELA HLF TIME 8:30



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.4m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), red–brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.45–3.2m:
Highly weathered Hornblende Porphory excavates as: SANDY LEAN CLAY (CL), red–brown, moist, hard, low plasticity fines, fine to coarse grained sand, few fine angular gravels.

Note: Excavated material can be broken down.

Note: Rock structure still partially visible.





SPECIAL NOTES

1. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees up to 100 cm diameter.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BK	3.1 m
2	BK	3.1 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–07–13

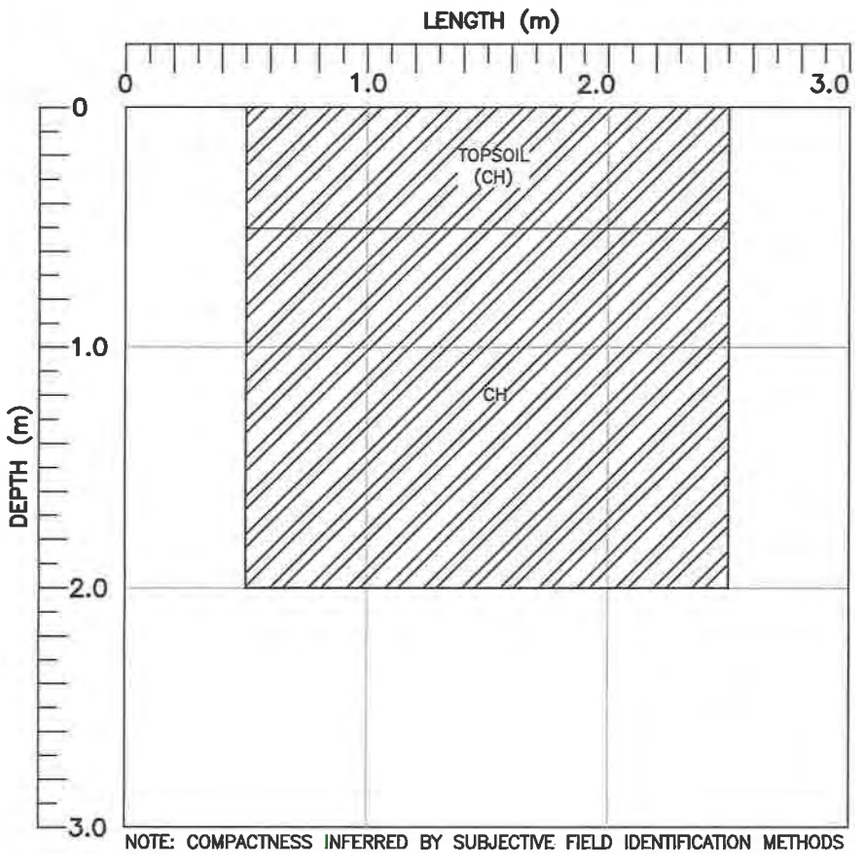
Monday, January 27, 2014 – 2:59pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP–10
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~HH~~ 1120

TEST PIT LOG

No. TP-11

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT SHOVELS, PICKS, BUCKETS CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/23/13-10/25/13
COORDINATES N 833529 E 551786 ELEV. 327 m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION NEAR EASTERN BOUNDARY OF MARICELA HLF TIME –



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.4m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.4-2.0m:
Highly weathered Hornblende Porphory excavates as: FAT CLAY (CH), yellow-brown, moist, hard, high plasticity fines, fine grained sand.

Note: Apparent density increases with depth.

Note: Observed fissures with lighter clay alterations.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Hand excavated
2. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.95 m
2	BG	1.95 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

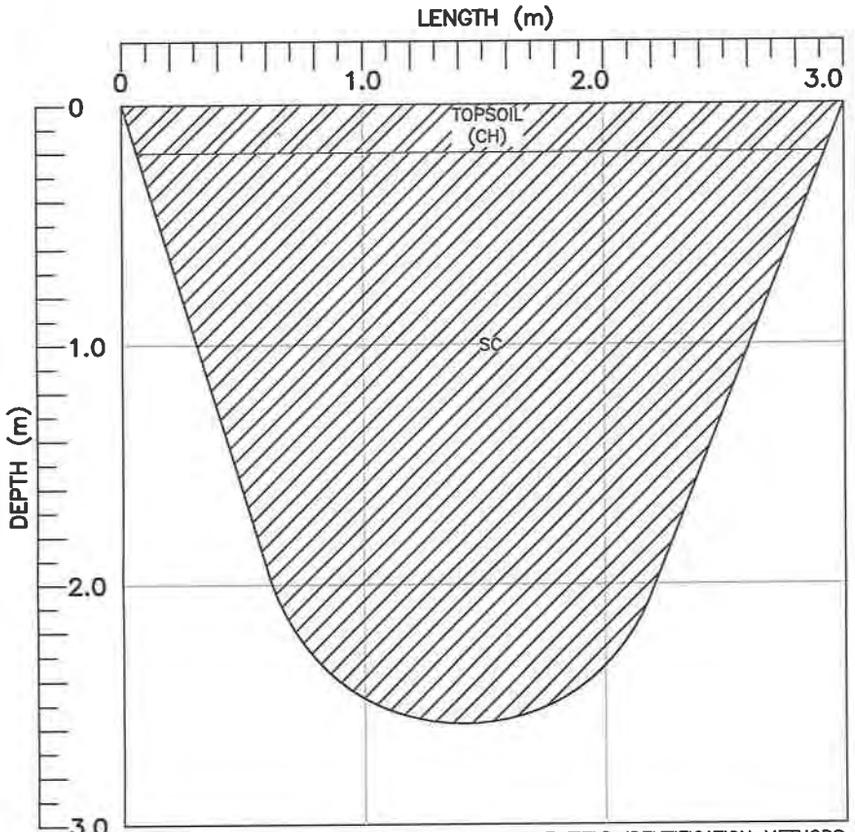
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

Monday, January 27, 2014 - 3:00pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seco HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME: \TP-11
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP-12

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/23/13
COORDINATES N 833358 E 551213 ELEV. 287 m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION MARICELA HLF TIME 10:40 – 10:58



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.2m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.2-2.6m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: CLAYEY SAND WITH GRAVEL (SC), yellow-brown, moist, dense, fine to coarse angular gravel, medium plasticity fines, fine to coarse grained sand.

Note: Rock Strength R1-R2, easily breaks along bedding and fractures.

SPECIAL NOTES

1. Excavated on ridge.
2. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees.





SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	2.6 m
2	BG	2.6 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

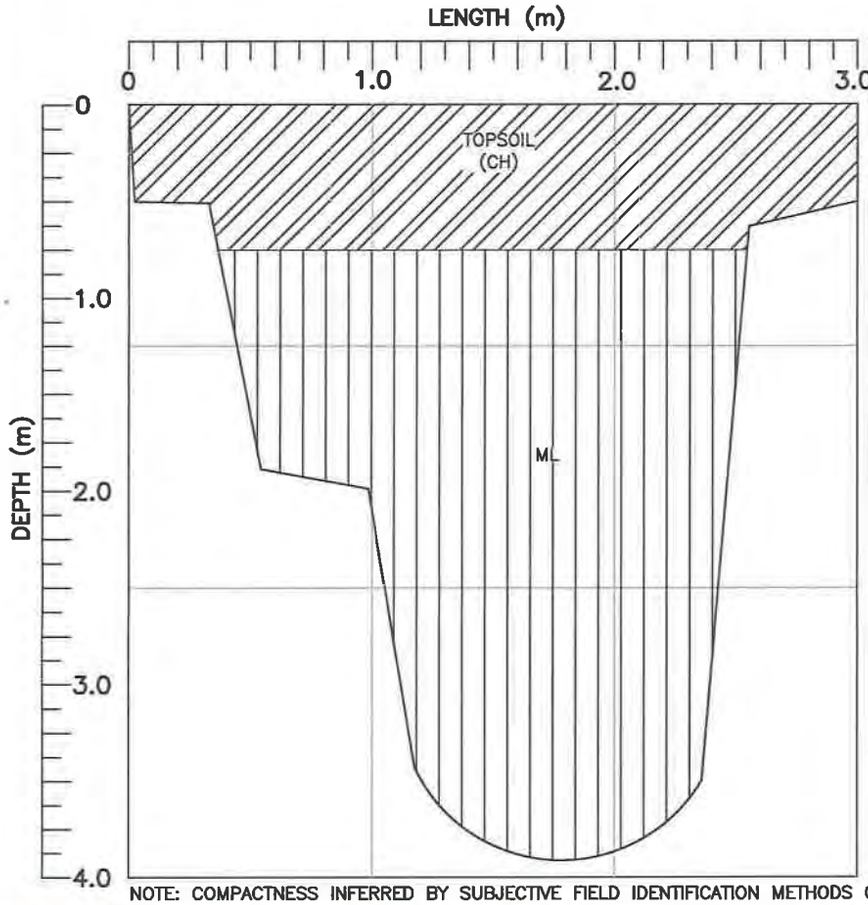
Monday, January 27, 2014 - 3:03pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-12
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

#30 1121

TEST PIT LOG

No. TP-13

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP - °F WEATHER RAINING ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/23/2013
COORDINATES N 833455 E 551271 ELEV. 271 m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION MARICELA HLF TIME 10:15 - 12:05



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.6m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), red-brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.6-4.0m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: SANDY SILT (ML), red-brown, moist, very dense, medium plasticity fines, fine grained sand.

Note: Excavates as cobble and gravel sized pieces that are easily broken down by hand.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees up to 1.0m diameter.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BK	3.0 m
2	BK	3.0 m
1	T	3.2 m
2	T	3.2 m

LEGEND
BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

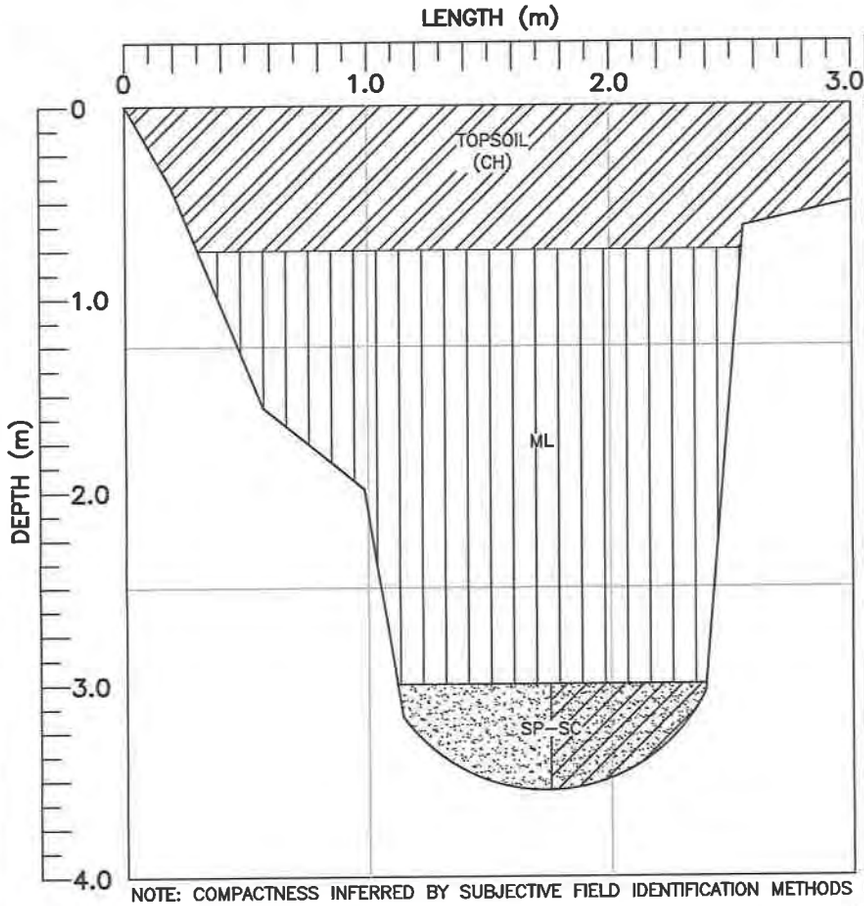
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

Monday, January 27, 2014 - 3:04pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-13
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP–14

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER RAINING ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/24/2013
COORDINATES N 833468 E 551381 ELEV. – DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION MARICELA HLF TIME 8:10 – 8:45



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.6m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), red–brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.6–3.0m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: SILT WITH SAND (ML), yellow–brown, moist, very dense, medium plasticity fines, fine grained sand.

3.0–3.6m:
Highly weathered sedimentary rock excavates as: POORLY GRADED SAND WITH CLAY (SP–SC), yellow–brown, moist, very dense, medium plasticity fines, fine grained sand.

Note: Rock breaks easily along fractures.

Note: Fracture surfaces appear coated with iron oxide.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees up to 1.0m diameter.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	T	1.7 m
2	T	1.7 m
1	BK	3.6 m
2	BK	3.6 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–07–13

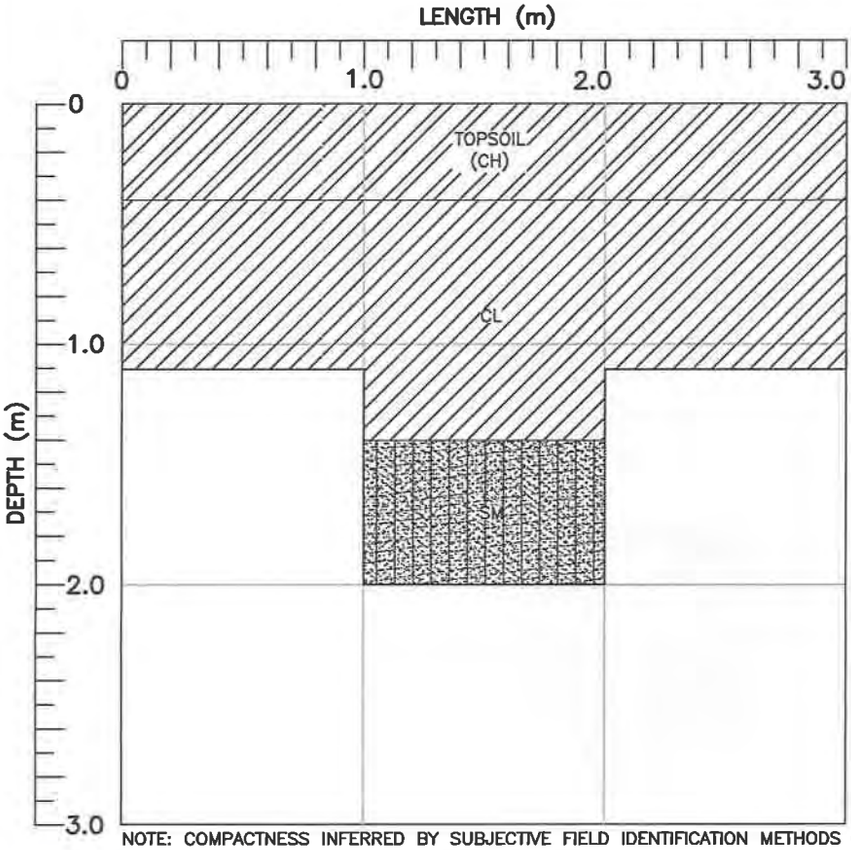
FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP–14
Monday, January 27, 2014 – 3:05pm
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

#21 1122

TEST PIT LOG

No. TP-15

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT SHOVELS, PICKS, BUCKETS CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/23/13-10/25/13
COORDINATES N 833717 E 551484 ELEV. – DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION MARICELA HLF TIME –



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.4m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), red-brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.4-1.4m:
LEAN CLAY WITH SAND (CL), gray-brown, moist, hard, high plasticity clay, few fine grained sand.

1.4-2.0 m:
Highly weathered Hornblende Porphory excavates as: SILTY SAND (SM), gray-red-brown, moist, dense, low plasticity fines, fine to coarse grained sand, fine angular gravel.

Note: Weathered to mineral grains.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Hand excavated
2. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.0 m
1	BG	2.0 m
2	BG	2.0 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

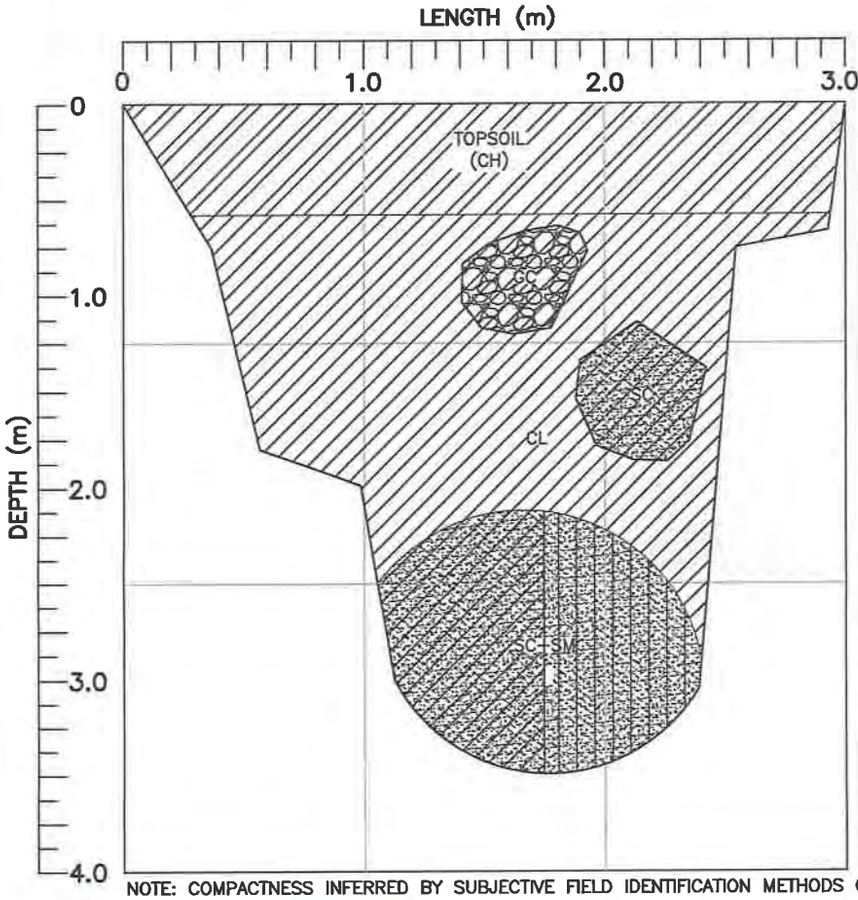
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

Monday, January 27, 2014 - 3:36pm FILE: S:\Pershimco Resources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seco HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-15
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP–16

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 320C TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/24/2013
COORDINATES N 833689 E 551590 ELEV. – DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION MARICELA HLF TIME 9:45 – 10:30



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.6m:
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.6–2.0m:
Highly weathered Hornblende Porphory excavates as: LEAN CLAY WITH SAND (CL), red–brown, moist, hard, low plasticity fines, fine to coarse grained sand.

2.0–3.5m:
Highly weathered Hornblende Porphory excavates as: SILTY, CLAYEY SAND WITH GRAVEL (SC–SM), brown–red, moist, very dense, fine to coarse grained sand, low plasticity fines, fine angular gravel, cobbles up to 20 cm in diameter.

Note: No definitive material changes. Irregular weathering leaving pockets of sands, gravels and intact rock.



SPECIAL NOTES

1. Surface and vegetation was wet from overnight rain.
2. Surface was highly vegetated with grass, brush and trees up to 1.0m diameter.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.3 m
2	BG	1.3 m
1	T	1.8 m
2	T	1.8 m
1	BK	3.5 m
2	BK	3.5 m

LEGEND
BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–07–13

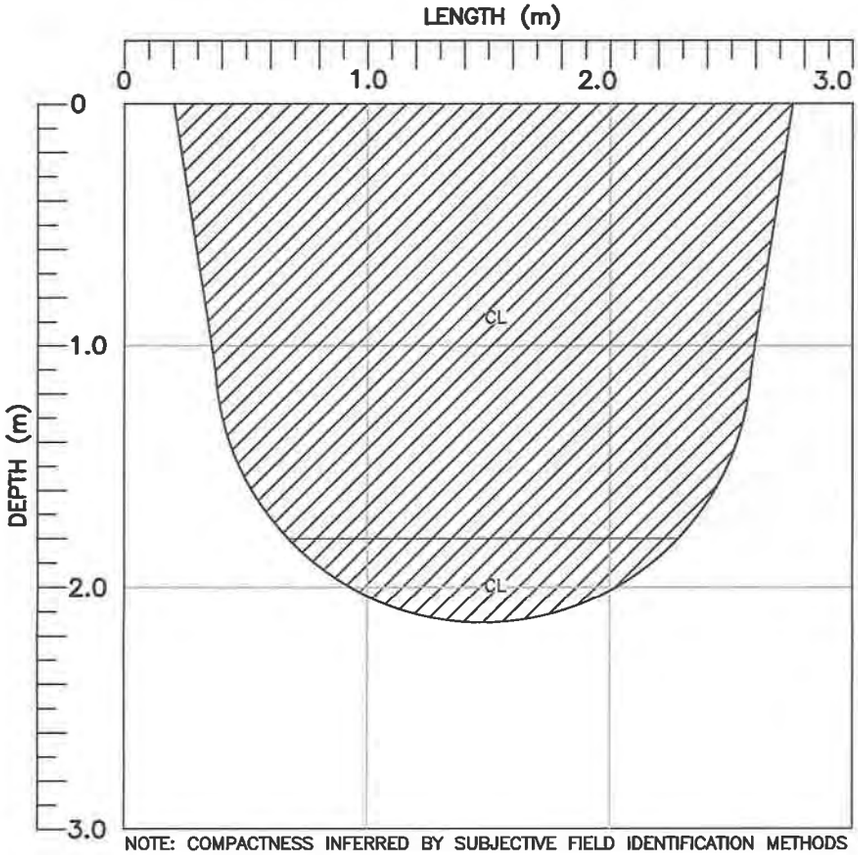
Monday, January 27, 2014 – 3:57pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP–16
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~H22~~ 1123

TEST PIT LOG

No. TP–17

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER RAINING ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/16/2013
COORDINATES N 833736 E 550094 ELEV. – DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 12:45 – 1:20



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–1.8m:
Completely weathered Saprolite/Sedimentary rock excavates as: LEAN CLAY (CL), yellow–brown, moist, soft, medium plasticity, few fine grained sand.

1.8–2.2m:
Highly to Completely Weathered Sedimentary rock excavates as SANDY LEAN CLAY (CL), yellow–brown, wet, soft, medium plasticity fines, fine grained sand.

Note: Observed laminations 1–8cm thick.

Note: Water seeping in sides of pit through fractures in rock.

SPECIAL NOTES

1. Pit terminated due to inflow of water.
2. Excavated next to existing road cut face, 1.2m below adjacent existing ground.





SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.2 m
2	BG	2.1 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

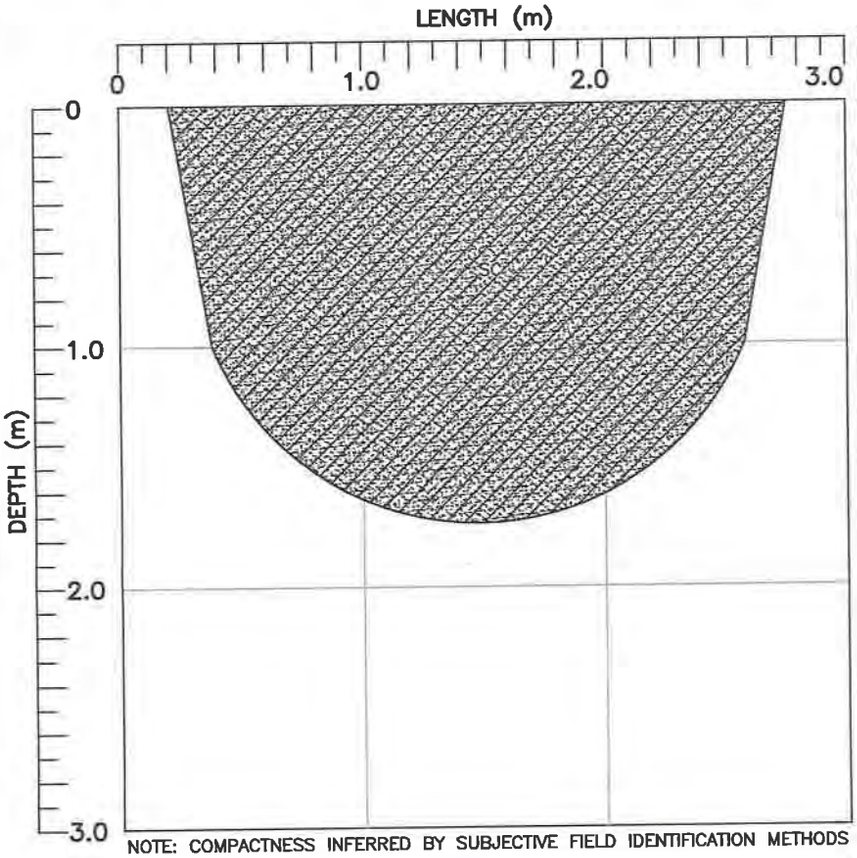
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–07–13

Monday, January 27, 2014 – 3:08pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP–17
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP-18

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/16/2013
COORDINATES N 833817 E 550075 ELEV. 283m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 1:45 – 2:20



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-1.7m:
Highly to Completely Weathered Dactite Hornblende Porphory excavates as:
CLAYEY SAND (SC), brownish red, moist, dense, fine to coarse angular gravel, medium plasticity fines, fine to coarse grained sand, cobbles up to 20cm in diameter friable by hand with moderate difficulty.





SPECIAL NOTES

1. Excavated next to existing access road cut face, 2.5m below adjacent existing ground

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.2 m
2	BG	1.7 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

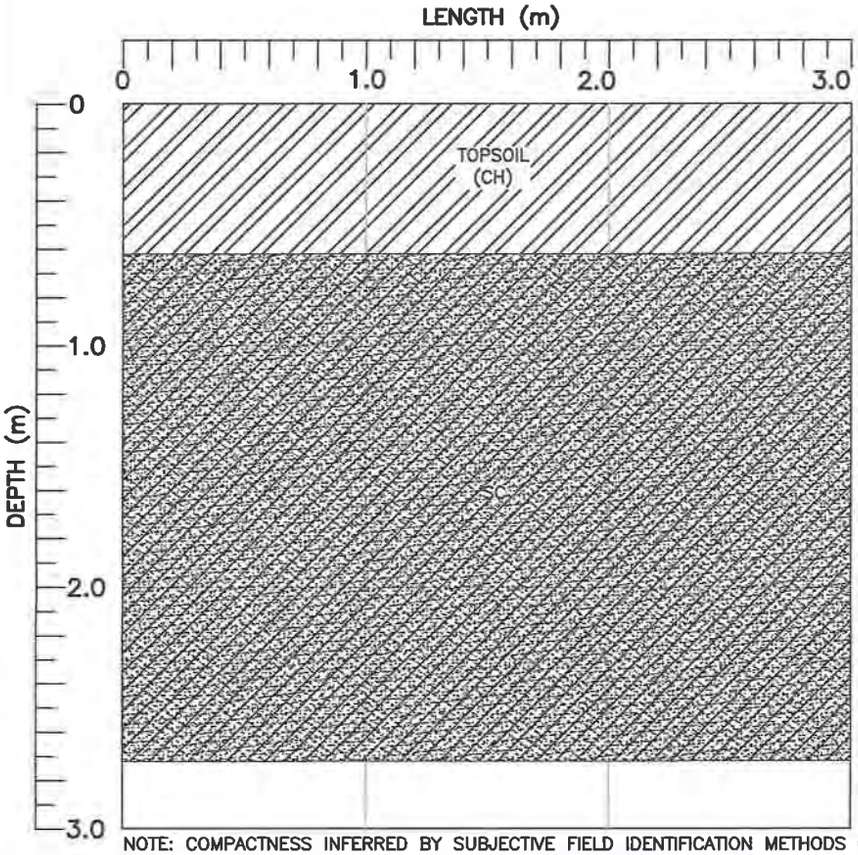
Monday, January 27, 2014 - 3:08pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME: \TP-18
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~123~~ 1124

TEST PIT LOG

No. TP–18 CUTFACE

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER CLEAR ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT – CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/17/2013
COORDINATES N 833807 E 550075 ELEV. 283m DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME –



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.6m:
Topsoil: FAT CLAY WITH SAND (CH), brown, wet, very soft, high plasticity fines, fine to medium grained sand.

Note: Significant vegetation and roots up to 20cm in diameter.

0.6–2.7m:
Highly to Completely Weathered Dactite Hornblende Porphory excavates as CLAYEY SAND (SC), reddish brown, moist, very dense, fine to coarse angular gravel, coarse grained sand, high plasticity fines, fine grained sand, cobbles and boulders up to 50cm.



SPECIAL NOTES

1. Significant vegetation consisting of grass, brush and trees up to 60cm in diameter.
2. Running water in culvert at base of cut face.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK=BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

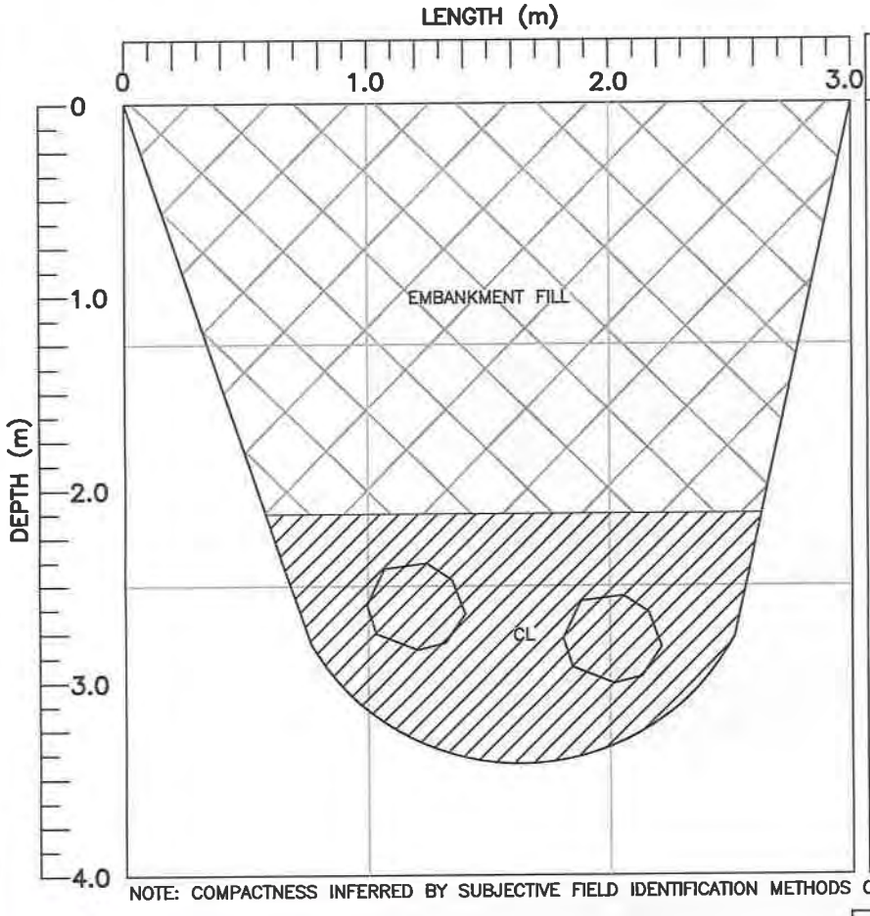
CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–07–13

Monday, January 27, 2014 – 3:39pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP–18 CF
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP-19

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER HEAVY RAIN ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/16/2013
COORDINATES N 833910 E 550045 ELEV. 279m DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 3:00 -3:45



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-2.1m:
EMBANKMENT FILL

Note: Water seeping through fill.

2.1-3.4m:
Highly weathered Saprolite excavates as: SANDY LEAN CLAY (CL), grren-blue-brown, wet, firm, low plasticity fines, fine to coarse grained sand, Saprolite cobbles and boulders up to 50cm.

Note: Water seeping in sides of pit.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Excavated 10m from ravine with running water.

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.55 m
2	BG	3.4 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: MDB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-07-13

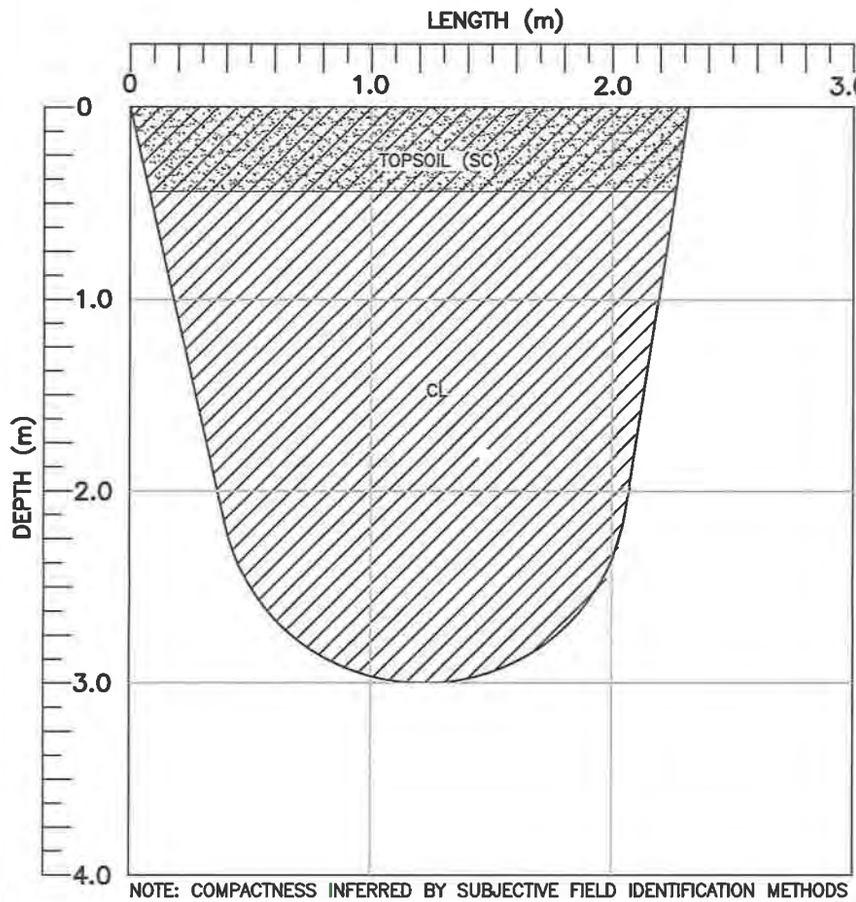
Monday, January 27, 2014 - 3:10pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300708 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-19
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~H24~~ 1125

TEST PIT LOG

No. TP-20

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP — °F WEATHER MOIST. SUNNY ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/18/2013
COORDINATES N 833981 E 550032 ELEV. 264M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 10:20-10:30



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.4m:
Topsoil: CLAYEY SAND WITH GRAVEL (SC), moist, soft, angular sand, high plasticity clay, rounded to sub-rounded gravel.

0.4m-2.5m:
SANDY LEAN CLAY WITH GRAVEL (CL), red-brown, moist, firm, fine to medium grained sand, fine to coarse gravel, some cobbles up to 20 cm diameter; alluvial or debris flow, crumbles when handled.

2.5m-2.95m
SANDY LEAN CLAY WITH GRAVEL (CL), yellow red-brown, moist, firm, fine to coarse gravel, fine to coarse grained sand; alluvial or debris flow, crumbles when handled.



SPECIAL NOTES

1. Near stream and sediment dam
2. Pit appears stable; no water inflow
3. Clasts of varying lithology and alteration as observed in La Pava pit area

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.0 m
2	BG	3.2 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

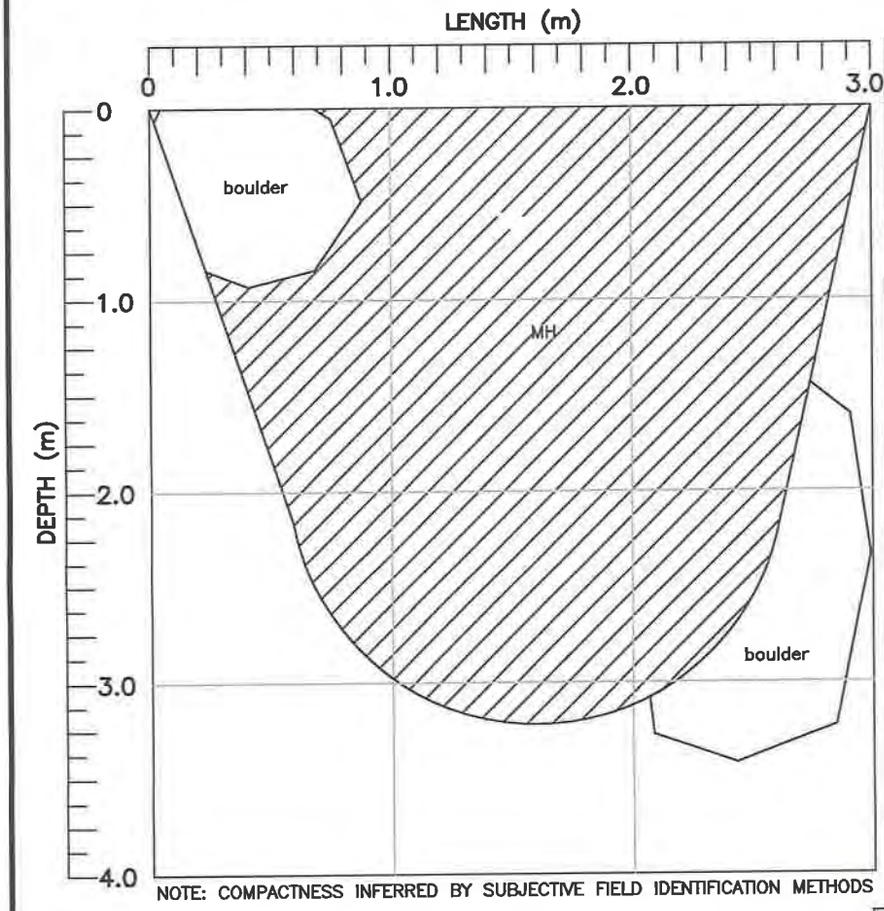
CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

Monday, January 27, 2014 - 3:11pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME: \TP-20
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

TEST PIT LOG

No. TP-21

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER DAMP, NO RAIN ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/18/2013
COORDINATES N 834110 E 550065 ELEV. 331M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 11:45-12:05



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

~0.2m TOPSOIL CLEARED FOR ROAD

0-1.5m
ELASTIC SILT WITH SAND (MH), red-brown, moist, firm, fine to coarse sub-rounded to angular gravel and sand, high plasticity fines; alluvial or debris flow, crumbles when handled.

1.5-3.2m
ELASTIC SILT (MH), yellow-brown, moist, firm, coarse sub-rounded gravel, fine sub-rounded sand; cobbles and large boulders rounded to sub-rounded, high plasticity fines; alluvial or debris flow, crumbles when handled, can be molded when water is added.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Heavily vegetated with many trees
2. Stream on either side
3. Tree bases up to 40cm

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.20 m
2	BG	2.95 m

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

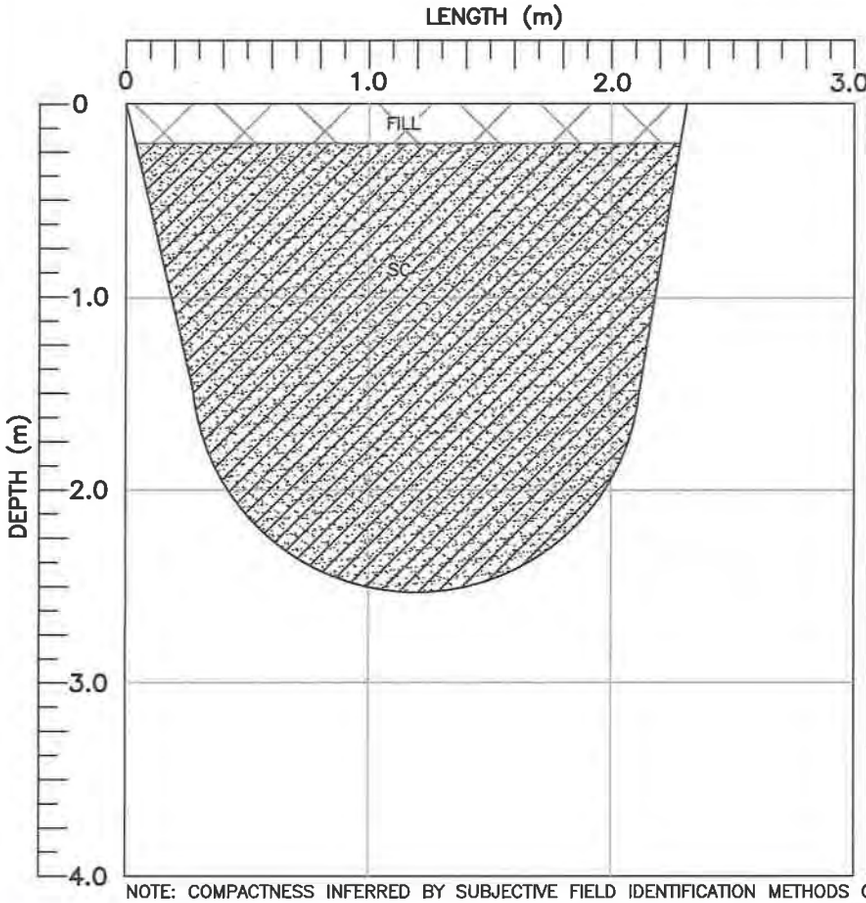
Monday, January 27, 2014 - 3:39pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seco HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-21
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~H95~~ 1126

TEST PIT LOG

No. TP-22

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER LIGHT RAIN ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT CAT 326 TRACK EXCAVATOR CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/18/2013
COORDINATES N 834114 E 549984 ELEV. 369M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 1:45-2:12



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.2m
Fill; gravel, sand, and debris

0.2-1.5m
Highly Weathered Hornblende Porphyry excavates as: CLAYEY SAND (SC), gray-green, moist, dense, angular fine-coarse sand, angular coarse gravel, moderate plasticity fines.

1.5-2.5m
Highly Weathered Hornblende Porphyry excavates as: CLAYEY SAND (SC), gray-green, moist, very dense, angular fine-coarse sand, angular coarse gravel. moderate plasticity fines.

Note: Increased density at 1.5m

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Excavator making <5cm progress with each attempt at the end of excavation
2. Fault located 5m to the west of pit, exposed in roadway dip/dip-direction 54°/276°
3. Heavily forested, trees up to 60cm diameter
4. Edge of steep slope ~30°

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)
1	BG	1.0 m
2	BG	2.5 m

LEGEND
BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

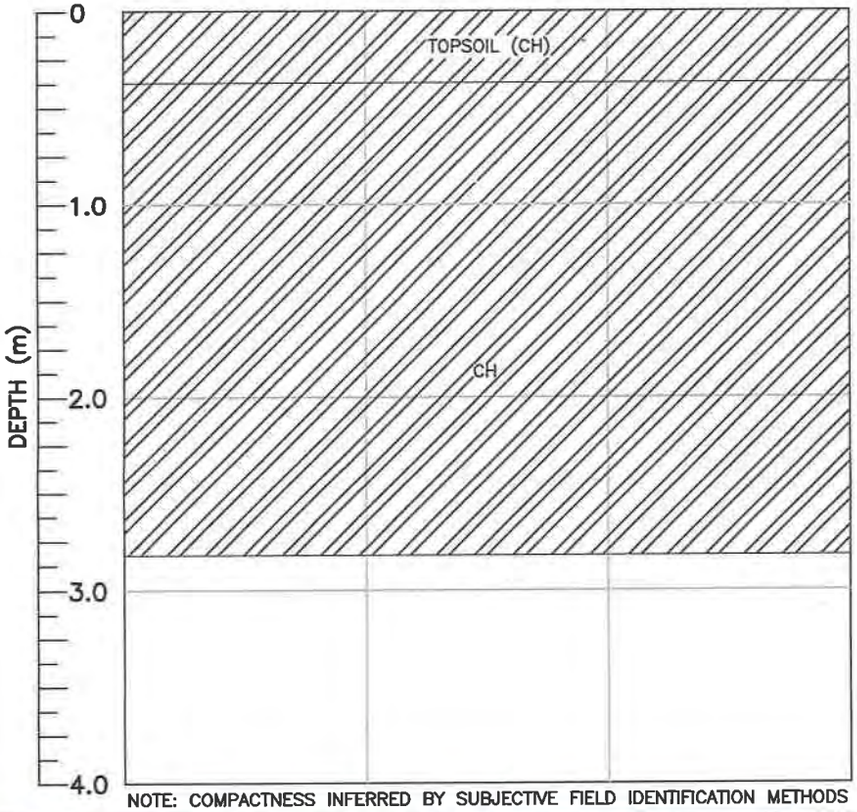
CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \TP-22
Monday, January 27, 2014 - 3:34pm
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

ROAD CUT LOG

No. HLF–1

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER MOIST ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE – ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE
COORDINATES N 833777 E 550926 ELEV. 283M DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION EAST OF MARICELA HLF TIME 7:45



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.4m
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, very soft, high plasticity clay–silt and organics mixture. Abundant roots and grasses.

0.4–1.6m
FAT CLAY (CH), Red–brown, moist, firm, high plasticity clay. Contains gravel–sized fragments in original soil structure that are completely weathered to clay but visible as relict features; alluvial debris–flow deposit.

1.6–2.8m
SANDY FAT CLAY (CH), yellow–gray–brown, moist, hard; DACITE SAPROLITE, similar to advanced argillic altered rock observed in pit area. Gravel–sized fragments break down to sand and clay easily by hand. Relict sub–vertical fracture planes; separates easily along fissures.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Trees and vegetation; bases up to 100cm.
2. Dozer–ripped cut face

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–14–13

Monday, January 27, 2014 – 3:43pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300708 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \HLF-1

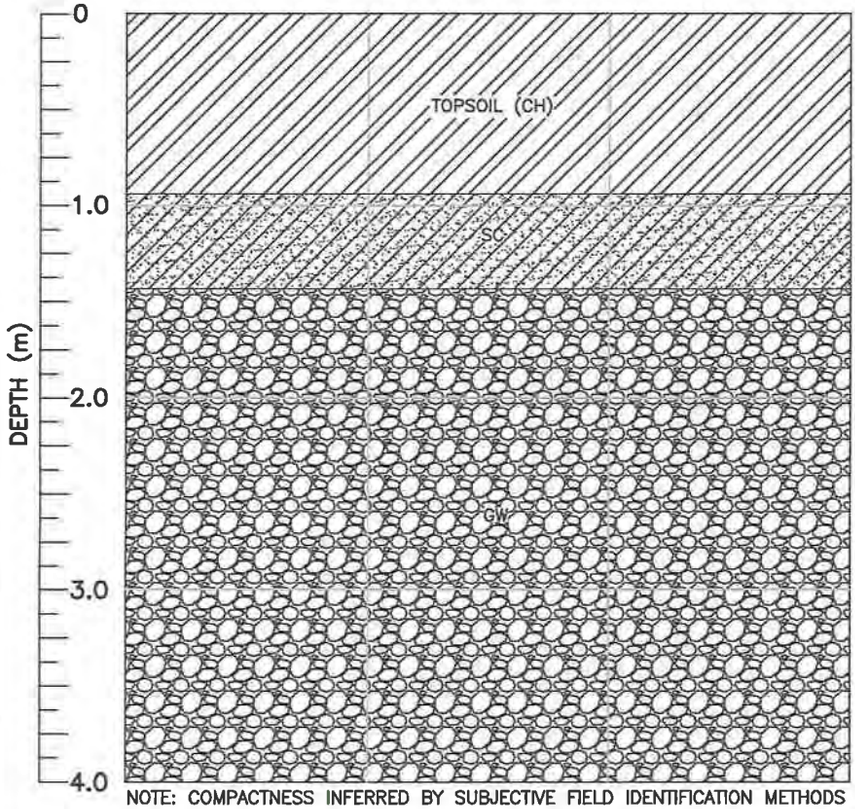
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~H26~~ 1127

ROAD CUT LOG

No. HLF-2

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP — °F WEATHER WET ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE — ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE
COORDINATES N 833780 E 550910 ELEV. 247M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION EAST OF MARICELA HLF TIME 9:45



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.9m
TOPSOIL
FAT CLAY (CH), brown, moist, very soft, high plasticity clay-silt and organics mixture. Abundant roots and vegetation.

0.9-1.4m
CLAYEY SAND (SC), red-brown, compact, moderate plasticity fines, angular sand and gravel; hornblende porphyry saprock (DACITE) Gravel is broken down to sand with effort.

1.4-4m
WELL-GRADED GRAVEL WITH SAND AND CLAY (GW-GC), red-brown-gray, very dense, moist, highly fractured; BEDROCK hornblende porphyry (dacite). can be fractured easily with hammer Rock strength R1-R2, GSI=45-50.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

SPECIAL NOTES

1. Heavily vegetated area
2. Tree base up to 50cm in diameter





SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

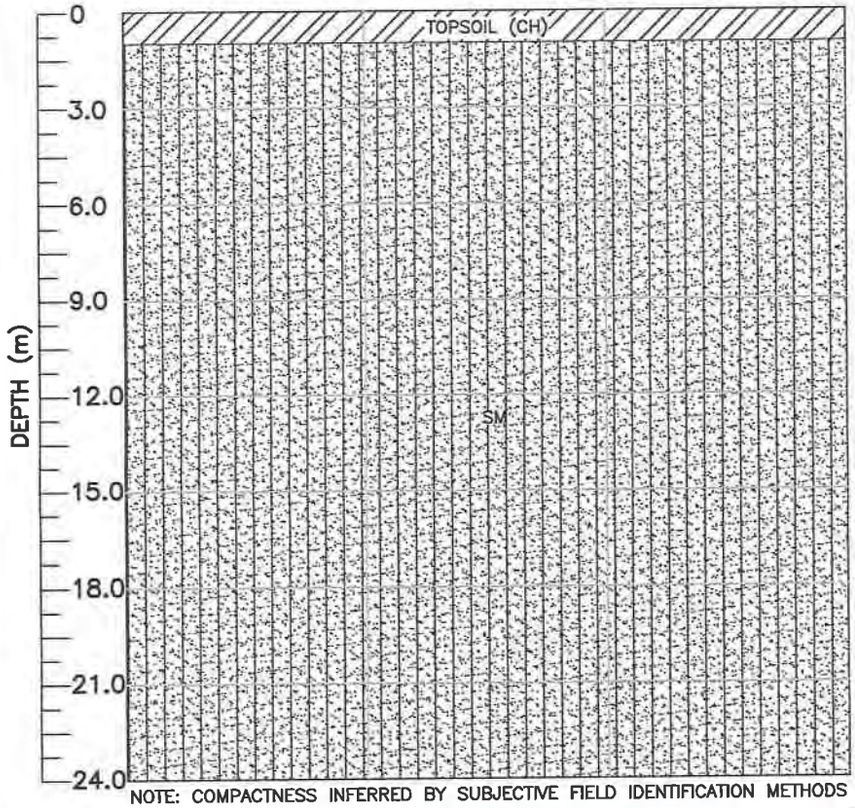
CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

Monday, January 27, 2014 - 3:44pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \HLF-2
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

ROAD CUT LOG

No. HLF-3

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP — °F WEATHER WET AND CLOUDY ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE – ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE
COORDINATES N 833713 E 550801 ELEV. 237M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION EAST OF MARICELA HLF TIME 10:20



NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.

LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-1.0m
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clays with organics.

1.0-21m
SILTY SAND (SM), yellow-brown, moist, hard. Fragments come apart easily along fracture planes and degrade into fine sand and silt. Some sequences of material do not break down and are angular coarse gravel; highly weathered bedrock; sedimentary unit, shale/sandstone, 20m.

Contact with hornblende porphyry observed in roadway culvert.

Highly fractured weak "rock mass" RO
GSI=40-45





SPECIAL NOTES

1. Sedimentary unit contact with hornblende porphyry, visible in road culvert

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

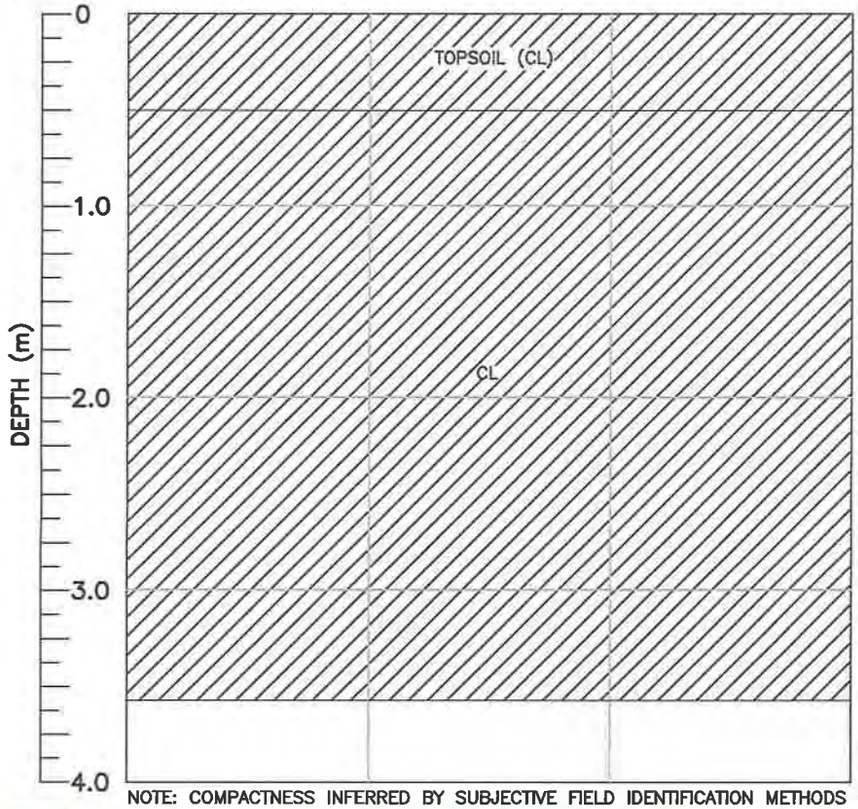
Monday, January 27, 2014 - 3:44pm FILE: S:\Pershimco Reesources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \HLF-3
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~127~~ 1128

ROAD CUT LOG

No. SWRD–1

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE–FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER WET ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE – ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE
COORDINATES N 833690 E 550094 ELEV. 250M DATUM NAD 27 JOB 130–0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.5m
Topsoil: LEAN CLAY (CL)

0.5–3.6m
GRAVELLY LEAN CLAY (CL), yellow–brown, moist, loose, low plasticity fines; Laminated sedimentary unit (laminated saprock), S4. Laminations ~1–8cm thick.
Bedding dips:
20°/218°
23°/215°
22°/208°

Significant plant roots to 1.5m

Note: Relict fracture pattern. Some lenses of harder rock (R2) that break apart to coarse gravel.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Running water in culvert
2. Access road was built in 1992

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

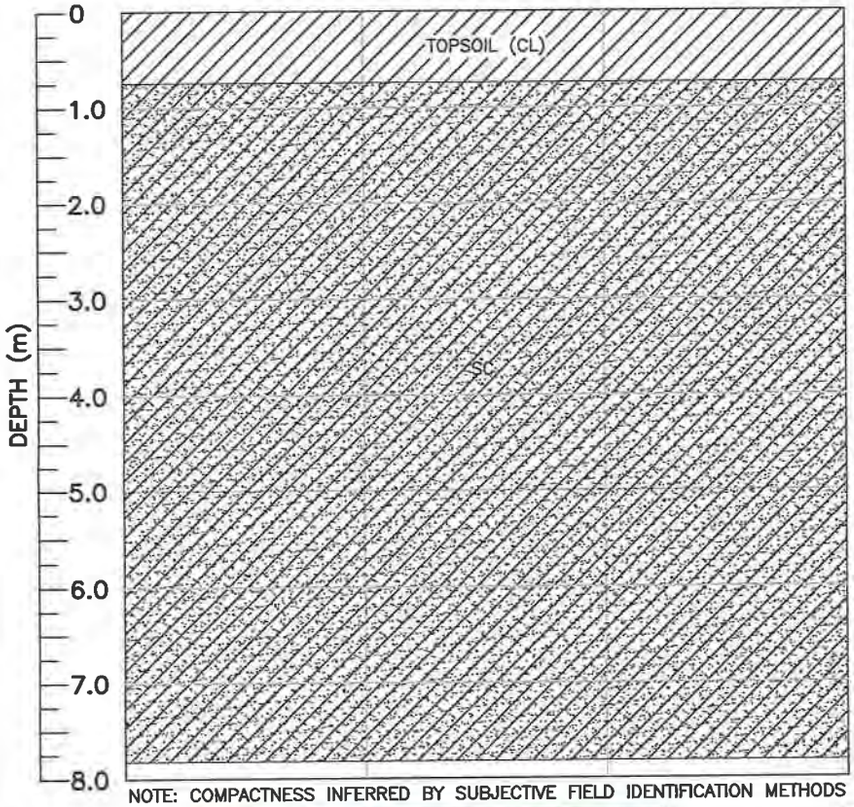
CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–14–13

Monday, January 27, 2014 – 3:41pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seco HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \SWRD–1
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

ROAD CUT LOG

No. SWRD-2

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER WET ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE – ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/18/13
COORDINATES N 834134 E 550063 ELEV. 335M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME 8:20



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0–0.75m
LEAN CLAY (CL), reddish–brown, moist, low plasticity. 5% sand and varying organic material. Roots penetrating throughout.

0.75–7.8m
CLAYEY SAND (SC), yellow–brown, moist, low plasticity fines. fine sand. Sand sub–rounded, poorly–graded. Iron oxide staining; siltstone, sandstone.

Note: Sedimentary unit is variable with some layers of strong rock that is fractured into gravel– and cobble–sized particles strongly interlocking with little clay infilling of fracture surfaces. Classify as POORLY GRADED GRAVEL with cobbles angular, strong. Sequences are 3–20cm thick.

Bedding dip/dipdirection:
22°/180°
20°/185°

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'–VALUES NOT OBTAINED.



SPECIAL NOTES

1. Stratified/laminated
2. Forested area, tree bases up to 60cm

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11–14–13

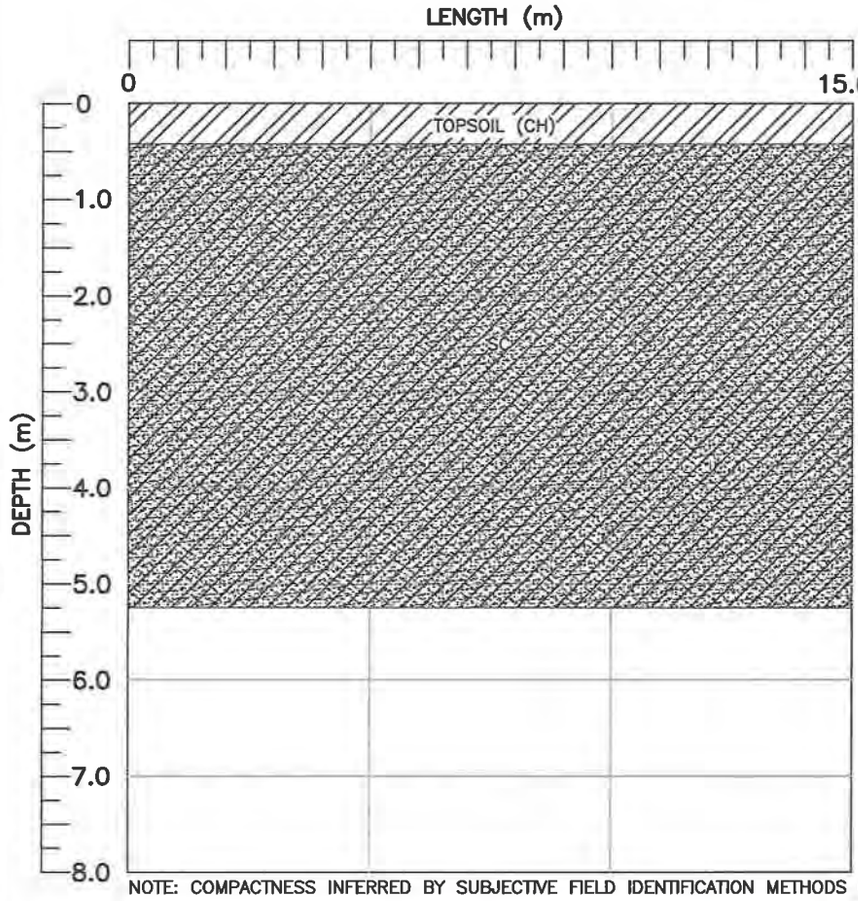
Monday, January 27, 2014 – 3:42pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \SWRD-2
THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

~~128~~ 1129

ROAD CUT LOG

No. SWRD-3

CLIENT PERSHIMCO RESSOURCES INC. PROJECT CERRO QUEMA MINE PRE-FEASIBILITY STUDY
TEMP – °F WEATHER RAINING ENGINEER B. EASBY OPERATOR MIN CERRO QUEMA
EQUIPMENT NONE – ROAD CUT CONTRACTOR MINERA CERRO QUEMA DATE 10/17/13
COORDINATES N 833656 E 550132 ELEV. 250M DATUM NAD 27 JOB 130-0709
LOCATION SOUTH LA PAVA WRD TIME



LITHOLOGIC DESCRIPTIONS AND EXCAVATION NOTES

0-0.4m
Topsoil: FAT CLAY (CH), brown, moist, firm, high plasticity clay, few fine grained sand.

0.4-5.25m
CLAYEY SAND WITH GRAVEL (SC), yellow-red-brown, moist, dense, clay-silt mixture, moderate plasticity, gravel, cobbles and boulders angular to sub-rounded; Alluvial debris-flow deposit, irregular lenses, "Halos" of clay weathering around clasts and fissures.

NOTE: COMPACTNESS INFERRED BY SUBJECTIVE FIELD IDENTIFICATION METHODS ONLY. SPT 'N'-VALUES NOT OBTAINED.





SPECIAL NOTES

1. Stream running ~10GPM
2. Bedrock observed at small slope failure nearby ~30m NW

SAMPLES

NO.	TYPE	DEPTH (ft)

LEGEND

BG=BAG SAMPLE
BK= BUCKET SAMPLE
T=2.5"ø TUBE SAMPLE

CADD: SMB
CHECK: PS
REVIEW: RAB
DATE: 11-14-13

Monday, January 27, 2014 - 3:43pm FILE: S:\Pershimco Ressources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PFS Study\300_Engineering\Test Pits\Cerro Quema South WRD and Lower Seca HLF test pit logs_2010.dwg TAB NAME \SWRD-3

THIS DRAWING HAS BEEN PREPARED BY GOLDER ASSOCIATES INC. FOR USE BY THE CLIENT NAMED IN THE TITLE BLOCK SOLELY IN RESPECT OF THE CONSTRUCTION OPERATION AND MAINTENANCE OF THE FACILITY NAMED IN THE TITLE BLOCK. GOLDER ASSOCIATES INC. SHALL NOT BE LIABLE FOR THE USE OF THIS DRAWING ON ANY OTHER FACILITY OR FOR ANY OTHER PURPOSES.

STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (ASTM D 2487)

CRITERIA FOR ASSIGNING GROUP SYMBOLS AND NAMES			SOIL CLASSIFICATION GENERALI□ED GROUP DESCRIPTIONS	
COARSE-GRAINED SOILS MORE THAN 50□ RETAINED ON NO. 200 SIEVE	GRAVELS MORE THAN 50□ OF COARSE FRACTION RETAINED ON NO. 4 SIEVE	CLEAN GRAVELS LESS THAN 5□ FINES	GW	WELL-GRADED GRAVELS
			GP	POORLY-GRADED GRAVELS
		GRAVELS WITH FINES MORE THAN 12□ FINES	GM	GRAVEL AND SILT MIXTURES
			GC	GRAVEL AND CLAY MIXTURES
	SANDS 50□ OR MORE OF COARSE FRACTION PASSES NO. 4 SIEVE	CLEAN SANDS LESS THAN 5□ FINES	SW	WELL-GRADED SANDS
			SP	NON- AND LOW-POORLY-GRADED SANDS
		SANDS WITH FINES MORE THAN 12□ FINES	SM	SAND AND SILT MIXTURES
			SC	SAND AND CLAY MIXTURES
FINE-GRAINED SOILS 50□ OR MORE PASSES THE NO. 200 SIEVE	SILTS AND CLAYS LIQUID LIMIT LESS THAN 50	INORGANIC	CL	LEAN CLAYS
			ML	SILTS AND ELASTIC SILTS
		ORGANIC	OL	LEAN ORGANIC CLAYS ORGANIC SILTS AND ELASTIC ORGANIC SILTS
	SILTS AND CLAYS LIQUID LIMIT GREATER THAN 50	INORGANIC	CH	FAT CLAYS
			MH	ELASTIC SILTS
		ORGANIC	OH	FAT ORGANIC CLAYS FAT ORGANIC SILTS
HIGHLY ORGANIC SOILS	PRIMARILY ORGANIC MATTER, DARK IN COLOR, AND ORGANIC ODOR		PT	PEAT

BASED ON: ASTM D2487-06

SOIL CONSISTENCY

COHESIONLESS SOILS [a]		
DENSITY	N, □ows/ft. [c]	RELATIVE DENSITY (□)
VERY LOOSE	0 to 4	0 - 15
LOOSE	4 to 10	15 - 35
MEDIUM DENSE	10 to 30	35 - 65
DENSE	30 to 50	65 - 85
VERY DENSE	o□er 50	>85

COHESIVE SOILS [□]		
CONSISTENCY	N, □ows/ft. [c]	UNDRAINED SHEAR STRENGTH (□sf) [d]
VERY SOFT	0 to 2	□500
SOFT	2 to 4	500-1000
FIRM	4 to 8	100-2000
STIFF	8 to 15	2000-4000
VERY STIFF	15 to 30	4000-8000
HARD	o□er 30	>8000

(a) SOILS CONSISTING OF GRAVEL, SAND, AND SILT, EITHER SEPARATELY OR IN COMBINATION, POSSESSING NO CHARACTERISTICS OF PLASTICITY, AND EXHIBITING DRAINED BEHAVIOR.
(□) SOILS POSSESSING THE CHARACTERISTICS OF PLASTICITY, AND EXHIBITING UNDRAINED BEHAVIOR.
(c) REFER TO TEXT OF ASTM D 1586-84 FOR A DEFINITION OF N; IN NORMALLY CONSOLIDATED COHESIONLESS SOILS, RELATIVE DENSITY TERMS ARE BASED ON N VALUES CORRECTED FOR OVERBURDEN PRESSURES.
(d) UNDRAINED SHEAR STRENGTH □ 1/2 UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH.

COMPONENT DEFINITIONS BY GRADATION

COMPONENT	SI□E RANGE
BOULDERS	ABOVE 300 mm (12 in)
COBBLES	75 mm (3 in) to 300 mm (12 in)
GRAVEL	4.75 mm (No. 4) to 75 mm (3 in)
COARSE GRAVEL	19 mm (3/4 in) to 75 mm (3 in)
FINE GRAVEL	4.75 mm (No. 4) to 19 mm (3/4 in)
SAND	0.075mm (No. 200) to 4.75mm (No. 4)
COARSE SAND	2.0 mm (No. 10) to 4.75 mm (No. 4)
MEDIUM SAND	0.42 mm (No. 40) to 2.0 mm (No. 10)
FINE SAND	0.075 mm (No. 200) to 0.42 mm (No. 40)
SILT AND CLAY	SMALLER THAN 0.075mm (No. 200)

QUALITATIVE DESCRIPTIVE TERMINOLOGY FOR MOISTURE CONTENT

DRY	NO DISCERNIBLE MOISTURE PRESENT
DAMP	ENOUGH MOISTURE PRESENT TO DARKEN THE APPEARANCE BUT WILL NOT MOISTEN THE HAND
MOIST	WILL MOISTEN THE HAND
Wet	VISIBLE WATER PRESENT ON MATERIALS

DESCRIPTIVE TERMINOLOGY DENOTING COMPONENT PROPORTIONS

DESCRIPTIVE TERMS	RANGE OF PROPORTION
TRACE	0-5□
FEW	5-10□
LITTLE	15-25□
SOME	30-45□

SILT AND CLAY DESCRIPTIONS

DESCRIPTION	TYPICAL UNIFIED DESIGNATION
SILT	ML (NON-PLASTIC)
CLAYEY SILT	CL-ML (LOW PLASTICITY)
CLAY	CL
FAT CLAY	CH
ELASTIC SILT	MH
ORGANIC SOILS	OL, OH, Pt

SAMPLE TYPES

SYMBOL	DESCRIPTION
SPT	2" O.D. SPLIT SPOON
BK	BULK
BG	BAGGIE
SH	SHELBY TUBE
MC	2 1/2" I.D. CAL. MOD. SAMPLER
HQ	DIAMOND ROCK CORE SAMPLE

SOIL CLASSIFICATION LEGEND

Golder Associates

APÉNDICE C
PROGRAMA DE PRUEBAS GEOTÉCNICAS DEL LABORATORIO

Date: January 27, 2014 **Project No.:** 1300709

To: Job File **Company:** Golder Associates

From: Patrick Strenk, Chris MacMahon

cc: Russ Browne, Gene Tortelli **Email:**

RE: **GEOTECHNICAL LABORATORY TESTING SUMMARY**
CERRO QUEMA PROJECT

Table 1: Geotechnical Laboratory Testing Summary Table

Test Pit	Depth (m)	Sample No.	Atterberg Limits			Grain Size Distribution[1]			USCS Classification
			LL	PL	PI	% Gravel	% Sand	% Fines	
TP-3	2.0	1	30	16	14	0	58	42	SC
TP-10	3.1	1	35	20	15	0	38	62	CL
TP-12	2.6	1	32	21	11	33	53	14	SC
TP-13	3.0	1	44	25	19	4	35	61	CL
TP-13	3.2	1	34	24	10	4	36	60	ML
TP-14	1.7	1	42	27	15	0	17	83	ML
TP-14	3.6	1 and 2	34	23	11	5	83	12	SP-SC
TP-15	1.0	1	33	23	10	2	23	75	CL
TP-15	2.0	1	25	21	4	3	63	34	SM
TP-16	1.3	1	42	23	19	0	20	80	CL
TP-16	3.5	1 and 2	26	20	6	41	43	16	SC-SM
TP-17	2.1	2	32	20	12	0	31	69	CL
TP-18	1.7	2	25	15	10	5	66	29	SC
TP-19	3.4	1	48	23	25	5	28	67	CL
TP-20	3.0	2	45	23	22	18	27	54	CL
TP-21	1.0	1	59	31	28	3	12	85	MH
TP-21	3.2	2	65	33	32	1	9	90	MH
TP-22	1.0	1	28	14	14	11	55	34	SC
TP-22	2.5	2	29	17	12	10	53	37	SC

Notes: [1]LL = liquid limit, PL = plastic limit, PI = plasticity index (LL-PL)
[2]Gravel is defined as the percentage of material retained on the #4 sieve, sand is the percentage of material retained on the #200 sieve minus gravel, and fines are the percentage of material passing the #200 sieve

PRUEBAS ÍNDICE

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

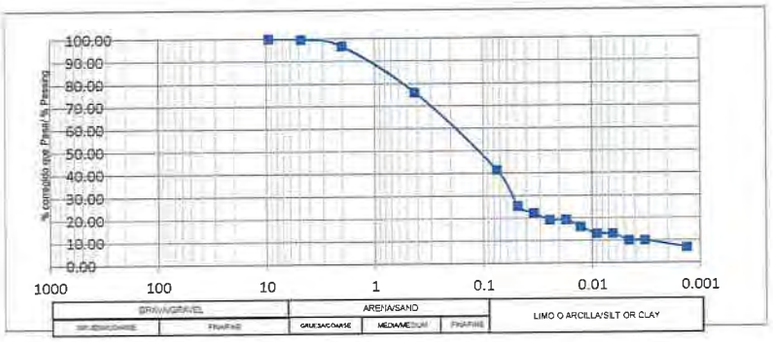
TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-3

PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1

MUESTREADO POR/SAMPLED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 19-nov-13 PROFUNDIDAD/DEPTH: 2

ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 22-nov-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ

LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	30.00	C_u	9
P. L.	16.3	C_c	3.4
P. I.	13.8		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	2
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"	0.00	0.00	100.00
#4	3.00	0.38	99.62
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	3.00	0.38	99.62	99.62
#10	26.90	3.40	96.60	96.60
#40	187.50	24.00	76.00	76.00
#200	456.60	58.50	41.50	41.50
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 781.00 g

Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04793	25.44
0.03414	22.34
0.02440	19.24
0.01725	19.24
0.01269	16.14
0.00907	13.03
0.00641	13.03
0.00458	9.93
0.00324	9.93
0.00133	6.83
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 0.38 % ARENA / % SAND: 58.12 % FINOS / % FINE: 41.50

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

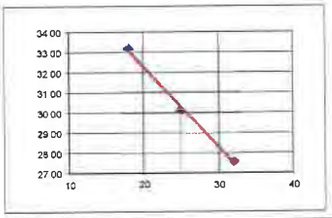
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #: 674	Equipo/Equipment:	TAMIZADORA	No. Serie/Serial #: 1103
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #: 897	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #: 394

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No./ Can N°	99	xx	56
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.39	12.18	11.43
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	29.78	31.07	31.59
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	26.02	26.70	26.57
Agua/ Water (g)	3.76	4.37	5.02
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	13.63	14.52	15.14
Cont. Humedad % / Water content %	27.60	30.10	33.20
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No./ Can N°	4B	95L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.34	4.31
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	6.58	6.65
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.27	6.32
Agua/ water (g)	0.31	0.33
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	1.93	2.01
Cont. Humedad % / Water content %	16.10	16.40
Promedio/ Average	16.3	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #: 107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #: 709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #: 551	Equipo/Equipment:	____	No. Serie/Serial #: ____

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB. S.A

Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO

Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ

Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

H3+1132

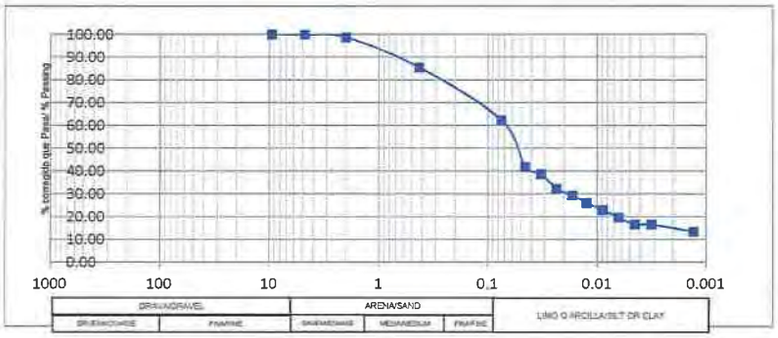
TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-10
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: --- PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.1
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	35.00	C_u	
P. L.	20.4	C_C	
P. I.	14.6		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	7
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARCILLA LIGERA ARENOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"	0.00	0.00	100.00
#4	0.90	0.13	99.87
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING	DIÁMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
#4	0.90	0.13	99.87	99.87	0.04542	41.85
#10	8.60	1.30	98.70	98.70	0.03250	38.68
#40	98.50	14.60	85.40	85.40	0.02344	32.34
#200	254.60	37.70	62.30	62.30	0.01676	29.17
FONDO					0.01238	26.00
TOTAL					0.00881	22.83
					0.00630	19.66
					0.00449	16.49
					0.00317	16.49
					0.00131	13.32
					0.00000	0.00

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 676.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

% GRAVA / %GRAVEL: 0.13 % ARENA / % SAND: 37.57 % FINOS / % FINE: 62.30

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

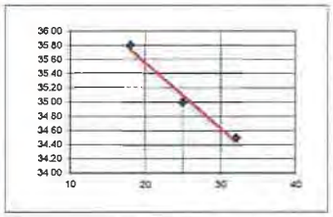
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	---	No. Serie/Serial #:	---
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	---	No. Serie/Serial #:	---

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	6	A3	48
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.44	12.48	10.81
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	22.98	20.00	22.12
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	20.02	18.05	19.14
Agua/ Water (g)	2.96	1.95	2.98
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	8.58	5.57	8.33
Cont. Humedad % / Water content %	34.50	35.00	35.80
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No./ Can N°	87	10
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.74	4.30
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.30	8.12
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.69	7.48
Agua/ water (g)	0.61	0.64
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.95	3.18
Cont. Humedad % / Water content %	20.70	20.10
Promedio/ Average	20.4	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	---	No. Serie/Serial #:	---

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB, S.A. Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

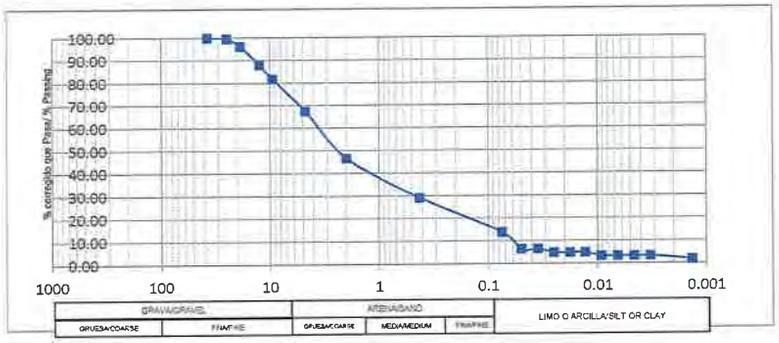
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-12
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 2.60
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	32.00	C_u	
P. L.	20.7	C_C	
P. I.	11.4		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-2-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	0
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"	0.00	0.00	100.00
1"	26.90	0.54	99.46
3/4"	190.70	3.80	96.20
1/2"	606.30	12.10	87.90
3/8"	917.60	18.31	81.69
#4	1,631.80	32.56	67.44
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	1,631.80	32.56	67.44	67.44
#10	2,334.90	46.60	46.60	46.60
#40	3,552.10	70.90	29.10	29.10
#200	4,318.70	86.20	13.80	13.80
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 5,012.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04965	6.29
0.03511	6.29
0.02508	4.79
0.01773	4.79
0.01295	4.79
0.00922	3.29
0.00652	3.29
0.00461	3.29
0.00326	3.29
0.00134	1.80
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 32.56 % ARENA / % SAND: 53.64 % FINOS / % FINE: 13.80

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

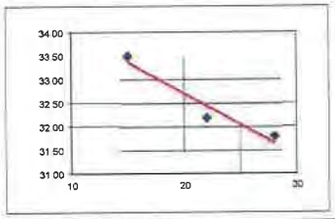
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	674	Equipo/Equipment:	TAMIZADORA	No. Serie/Serial #:	1103
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	897	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	394

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	42	18L	8L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.32	12.36	12.42
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	28.22	24.06	28.33
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	24.38	21.21	24.34
Agua/ Water (g)	3.84	2.85	3.99
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	12.06	8.85	11.92
Cont. Humedad % / Water content %	31.80	32.20	33.50
# de Golpes / # of Blows	28	22	15

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	L-29	2
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.34	4.27
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.73	8.23
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.97	7.56
Agua/ water (g)	0.76	0.67
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.63	3.29
Cont. Humedad % / Water content %	20.90	20.40
Promedio/ Average	20.7	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~1133~~ 1133

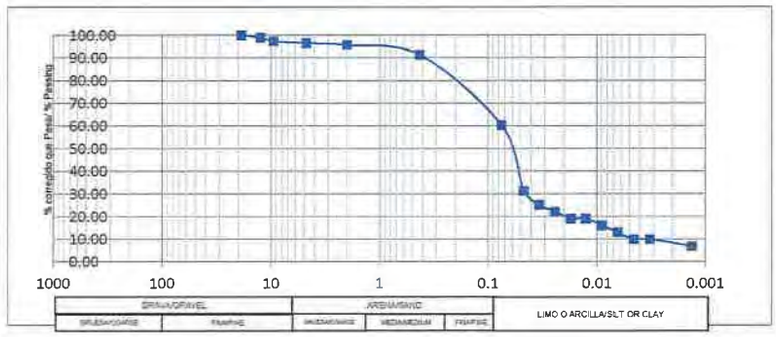
TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-13
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.2
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	33.70	C_u	
P. L.	23.8	C_C	
P. I.	10.0		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S./S.U.C.S. CLASSIFICATION: ML

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-4
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	5
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

LIMO ARENOSO

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD BAJA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	4.70	1.09	98.91
3/8"	11.50	2.66	97.34
#4	15.20	3.52	96.48
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	15.20	3.52	96.48	96.48
#10	18.60	4.30	95.70	95.70
#40	37.40	8.70	91.30	91.30
#200	171.40	39.70	60.30	60.30
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 432.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04687	31.35
0.03389	25.21
0.02414	22.13
0.01725	19.06
0.01260	19.06
0.00897	15.98
0.00641	12.91
0.00458	9.84
0.00324	9.84
0.00133	6.76
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 3.52 % ARENA / % SAND: 36.18 % FINOS / % FINE: 60.30

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

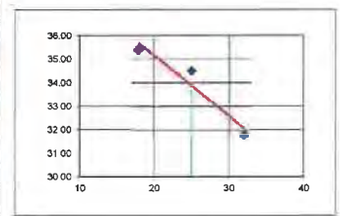
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	25	20	33
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.14	11.36	11.47
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	28.01	28.28	25.46
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	23.94	23.94	21.80
Agua/ Water (g)	4.07	4.34	3.66
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	12.80	12.58	10.33
Cont. Humedad % / Water content %	31.80	34.50	35.40
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	28	95L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.28	4.33
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	6.82	6.90
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.33	6.41
Agua/ water (g)	0.49	0.49
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.05	2.08
Cont. Humedad % / Water content %	23.90	23.60
Promedio/ Average	23.8	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB, S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

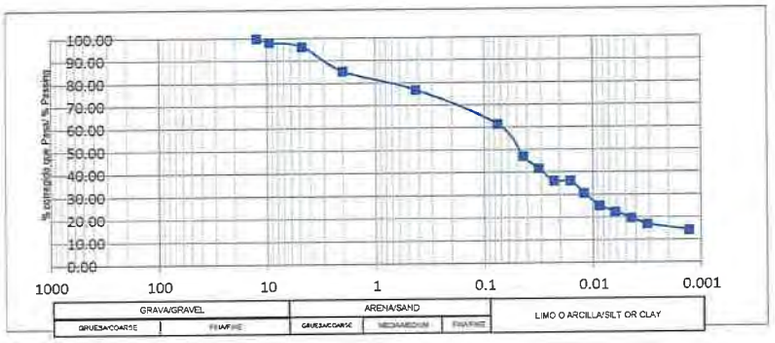
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-13
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.00
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L	44.40	C_u	
P. L	25.1	C_c	
P. I	19.4		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-7-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	10
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARCILLA LIGERA ARENOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	11.60	1.84	98.16
#4	23.60	3.74	96.26
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	23.60	3.74	96.26	96.26
#10	93.10	14.80	85.20	85.20
#40	146.60	23.20	76.80	76.80
#200	243.60	38.60	61.40	61.40
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 631.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04353	47.07
0.03146	41.60
0.02271	36.12
0.01606	36.12
0.01201	30.65
0.00865	25.18
0.00619	22.44
0.00441	19.70
0.00315	16.97
0.00130	14.23
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 3.74 % ARENA / % SAND: 34.86 % FINOS / % FINE: 61.40

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

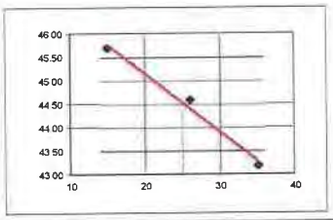
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	80	31	57
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.32	11.44	12.30
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	23.19	17.15	24.80
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	19.91	15.39	20.88
Agua/ Water (g)	3.28	1.76	3.92
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	7.59	3.95	8.58
Cont. Humedad % / Water content %	43.20	44.60	45.70
# de Golpes / # of Blows	35	26	15

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	22	73
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.34	4.62
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.22	8.68
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.44	7.87
Agua/ water (g)	0.78	0.81
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.10	3.25
Cont. Humedad % / Water content %	25.20	24.90
Promedio/ Average	25.1	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB. S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~H33~~ 1134

TECNILAB, S. A. — UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A. — LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES — FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

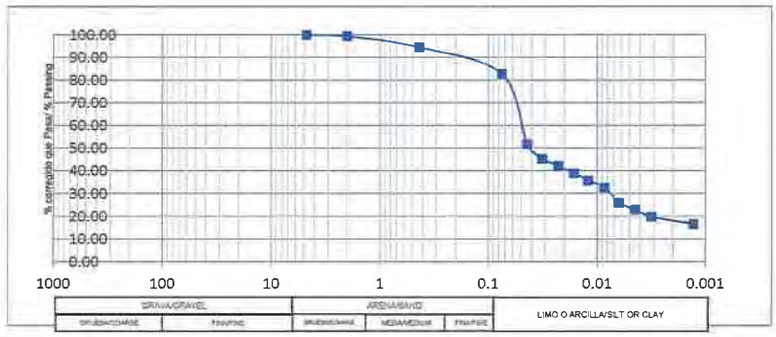
TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 — CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA — HOYO No / HOLE #: TP-14

PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA — MUESTRA/SAMPLE: 1

MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA — FECHA/DATE: — — PROFUNDIDAD/DEPTH: 1.7

ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A — FECHA/DATE: 05-dic-13 — LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ

LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	42.20	C_u	
P. L.	26.5	C_C	
P. I.	15.7		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: ML

CLASIFICACION AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-7-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	11
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

LIMO CON ARENA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
11/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
#4			
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	0.00	0.00	100.00	**100.00**
#10	3.20	0.70	99.30	**99.30**
#40	24.30	5.50	94.50	**94.50**
#200	76.00	17.30	82.70	**82.70**
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 439.00 g

Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04392	51.67
0.03185	45.29
0.02271	42.10
0.01625	38.91
0.01201	35.72
0.00856	32.53
0.00619	26.16
0.00441	22.97
0.00315	19.78
0.00130	16.59
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL 0.00 **% ARENA / % SAND** 17.30 **% FINOS / % FINE** 82.70

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

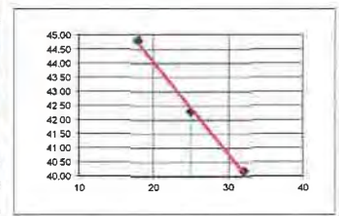
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	A6	19	79
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.28	11.41	12.23
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	25.05	24.74	27.33
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	21.39	20.78	22.66
Agua/ Water (g)	3.66	3.96	4.67
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	9.11	9.37	10.43
Cont. Humedad % / Water content %	40.20	42.30	44.80
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	18	19
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.25	4.30
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	6.67	7.13
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.16	6.54
Agua/ water (g)	0.51	0.59
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	1.91	2.24
Cont. Humedad % / Water content %	26.70	26.30
Promedio/ Average	26.5	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	——	No. Serie/Serial #:	——

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA — Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ

Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO — Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

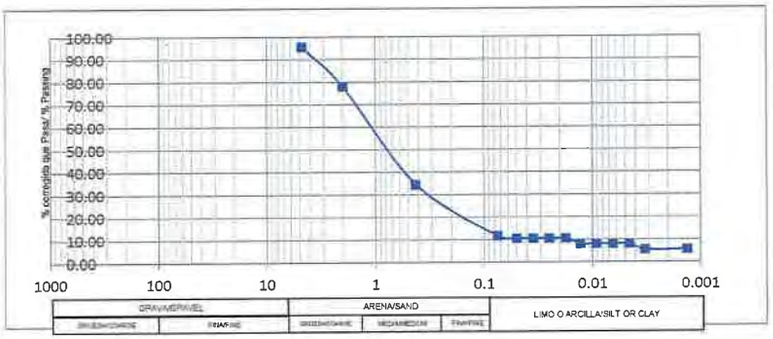
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-14
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1,2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.6
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ/C. CORDOBA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	34.20	C_u	
P. L.	22.9	C_c	
P. I.	11.4		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SP-SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-2-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	0
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA O ARCILLA LIMOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"	0.00	0.00	100.00
#4	22.80	4.56	95.44
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	22.80	4.56	95.44	**95.44**
#10	110.50	22.10	77.90	**77.90**
#40	327.40	65.50	34.50	**34.50**
#200	441.30	88.30	11.70	**11.70**
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 500.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04965	10.51
0.03511	10.51
0.02483	10.51
0.01755	10.51
0.01295	8.01
0.00916	8.01
0.00648	8.01
0.00458	8.01
0.00326	5.50
0.00133	5.50
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL 4.56 % ARENA / % SAND 83.74 % FINOS / % FINE 11.70

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

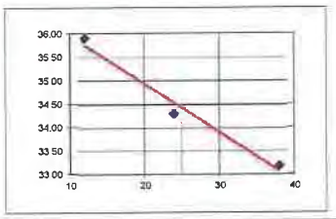
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	26	81	21A
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.46	11.43	11.23
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	29.85	26.19	26.52
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	25.27	22.42	22.48
Agua/ Water (g)	4.58	3.77	4.04
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	13.81	10.99	11.25
Cont. Humedad % / Water content %	33.20	34.30	35.90
# de Golpes / # of Blows	38	24	12

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	66	77
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.26	4.30
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.42	8.59
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.64	7.80
Agua/ water (g)	0.78	0.79
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.38	3.50
Cont. Humedad % / Water content %	23.10	22.60
Promedio/ Average	22.9	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Attarberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ/C. CORDOBA
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~H34~~ 1135

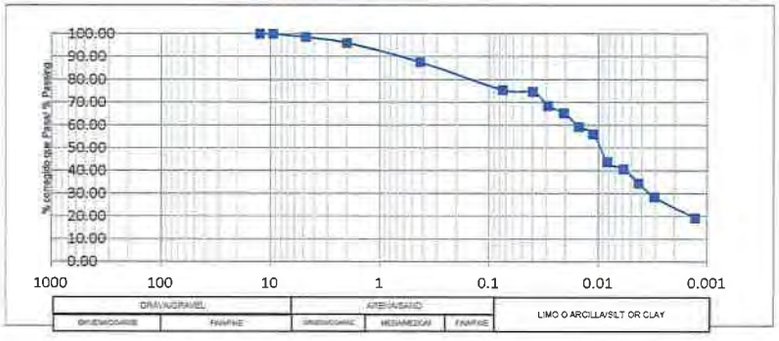
TECNILAB, S. A. — UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A. — LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES — FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Area:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #:	3-1972	CLIENTE/ CLIENT:	CERRO QUEMA	HOYO No / HOLE #:	TP-15
PROYECTO/PROJECT:	PERSCHIMCO CERRO QUEMA			MUESTRA/SAMPLE:	1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY:	CERRO QUEMA	FECHA/DATE:	—	PROFUNDIDAD/DEPTH:	1.00
ENSAYADO POR/TESTED BY:	TECNILAB S.A	FECHA/DATE:	05-dic-13	LABORATORISTA/TECHNICIAN:	I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION:	PANAMA				



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	33.30	C_u	
P. L.	22.6	C_c	
P. I.	10.7		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACION AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-6
INDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	8
CLASIFICACION/CLASSIFICATION	

ARCILLA LIGERA CON ARENA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
11/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	1.50	0.22	99.78
#4	10.90	1.59	98.41
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	10.90	1.59	98.41	98.41
#10	28.10	4.10	95.90	95.90
#40	85.40	12.50	87.50	87.50
#200	169.20	24.70	75.30	75.30
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 684.00 g

Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORRECIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.03970	74.55
0.02896	68.39
0.02068	65.30
0.01498	59.14
0.01109	56.06
0.00822	43.74
0.00586	40.66
0.00425	34.50
0.00306	28.34
0.00129	19.10
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 1.59 % ARENA / % SAND: 23.11 % FINOS / % FINE: 75.30

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

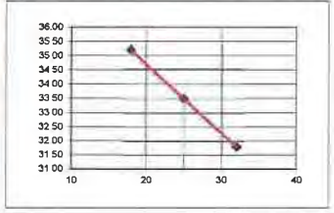
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test Nº	1	2	3
Cápsula No / Can Nº	11L	6	21
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.38	11.42	11.32
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	32.42	27.84	30.03
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	27.59	23.72	25.16
Agua/ Water (g)	4.83	4.12	4.87
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	15.21	12.30	13.84
Cont. Humedad % / Water content %	31.80	33.50	35.20
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test Nº	1	2
Cápsula No / Can Nº	42X	X1
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.75	4.68
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.48	7.48
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.98	6.96
Agua/ water (g)	0.50	0.52
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.23	2.28
Cont. Humedad % / Water content %	22.40	22.80
Promedio/ Average	22.6	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by:	CERRO QUEMA	Ensayado por/ Tested by:	I. NUÑEZ
Compilado por/Compiled by:	L. NAVARRO	Presentado por/ Presented by:	L. NAVARRO

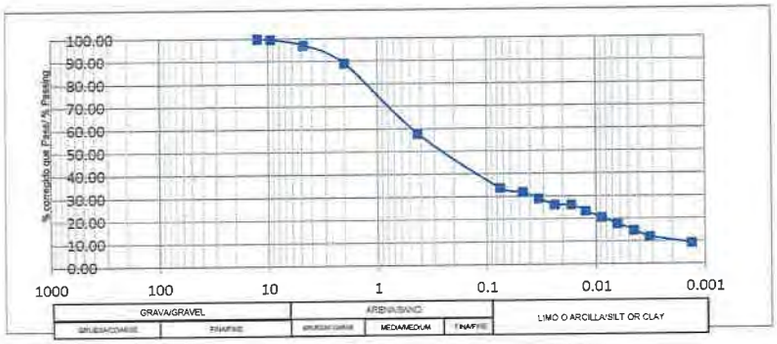
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-15
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 2.00
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L	25.20	C_u	
P. L	21.4	C_C	
P. I.	3.9		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SM

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	0
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA LIMOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD BAJA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	2.40	0.46	99.54
#4	15.00	2.90	97.10
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	15.00	2.90	97.10	**97.10**
#10	57.70	11.10	88.90	**88.90**
#40	219.30	42.30	57.70	**57.70**
#200	343.00	66.20	33.80	**33.80**
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 518.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04651	31.98
0.03314	29.13
0.02370	26.27
0.01676	26.27
0.01238	23.42
0.00881	20.56
0.00630	17.70
0.00449	14.85
0.00320	11.99
0.00132	9.14
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL 2.90 **% ARENA / % SAND** 63.30 **% FINOS / % FINE** 33.80

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

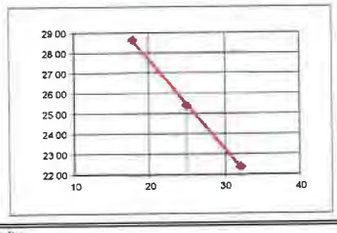
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	99	25	40
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.40	11.13	12.27
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	28.52	30.12	30.18
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	25.57	26.27	26.20
Agua/ Water (g)	2.95	3.85	3.98
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	13.17	15.14	13.93
Cont. Humedad % / Water content %	22.40	25.40	28.60
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	80	63
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.76	4.27
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.67	8.32
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.96	7.61
Agua/ water (g)	0.69	0.71
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.22	3.34
Cont. Humedad % / Water content %	21.40	21.30
Promedio/ Average	21.4	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~1135~~ 1136

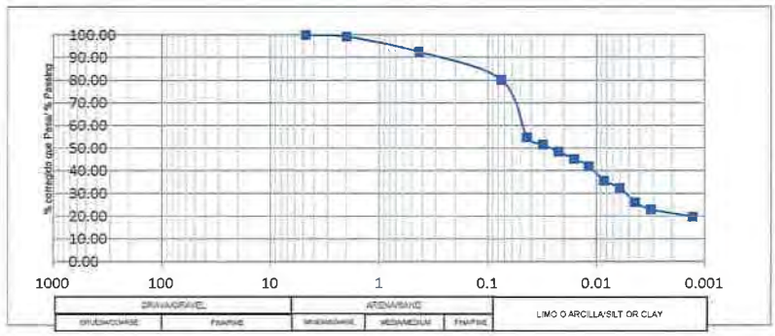
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-16
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 1.30
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	42.30	C_u	
P. L.	22.9	C_C	
P. I.	19.5		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-7-6
INDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	12
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARCILLA LIGERA CON ARENA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE — *AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE* — *HIDRÓMETRO/HYDROMETER*

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
#4			
FONDO			
TOTAL			

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	0.00	0.00	100.00	**100.00**
#10	3.90	0.80	99.20	**99.20**
#40	38.00	7.60	92.40	**92.40**
#200	99.60	19.90	80.10	**80.10**
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 501.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04353	54.81
0.03105	51.62
0.02224	48.43
0.01593	45.25
0.01173	42.06
0.00849	35.69
0.00605	32.50
0.00438	26.13
0.00312	22.94
0.00129	19.76
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 0.00 % ARENA / % SAND: 19.90 % FINOS / % FINE: 80.10

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

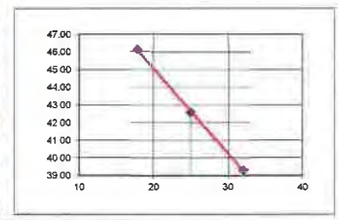
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	456	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	A-6	119	XXX
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.28	11.42	12.20
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	28.61	26.32	31.62
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	24.00	21.87	25.49
Agua/ Water (g)	4.61	4.45	6.13
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	11.72	10.45	13.29
Cont. Humedad % / Water content %	39.30	42.60	46.10
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	66	40
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.26	4.79
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.44	7.69
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.86	7.14
Agua/ water (g)	0.58	0.55
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.60	2.35
Cont. Humedad % / Water content %	22.30	23.40
Promedio/ Average	22.9	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: E. VALDEZ
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

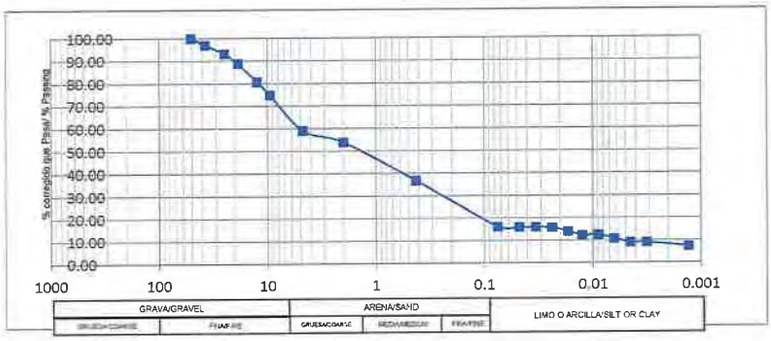
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-16
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1,2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.5
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ/C. CORDOBA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	26.30	C_u	
P. L.	20.2	C_c	
P. I.	6.1		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SC-SM

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	0
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD BAJA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	228.00	2.99	97.01
1"	523.00	6.85	93.15
3/4"	862.00	11.30	88.70
1/2"	1,471.00	19.28	80.72
3/8"	1,927.00	25.25	74.75
#4	3,127.00	40.98	59.02
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	3,127.00	40.98	59.02	59.02
#10	57.60	8.80	91.20	53.83
#40	207.50	31.70	68.30	36.76
#200	366.00	55.90	44.10	16.21
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: 7,631.00 g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 655.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04740	15.91
0.03352	15.91
0.02370	15.91
0.01695	14.18
0.01247	12.45
0.00881	12.45
0.00630	10.72
0.00449	8.99
0.00317	8.99
0.00131	7.26
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 40.98 % ARENA / % SAND: 42.81 % FINOS / % FINE: 16.21

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

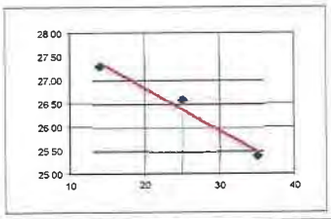
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #: 927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #: —
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #: 278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #: —

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	44	10	53
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	10.55	10.76	10.23
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	31.31	35.13	32.14
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	27.11	30.01	27.44
Agua/ Water (g)	4.20	5.12	4.70
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	16.56	19.25	17.21
Cont. Humedad % / Water content %	25.40	26.60	27.30
# de Golpes / # of Blows	35	25	14

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	5L	63
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.27	4.28
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	9.44	8.86
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	8.57	8.09
Agua/ water (g)	0.87	0.77
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	4.30	3.81
Cont. Humedad % / Water content %	20.20	20.20
Promedio/ Average	20.2	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #: 107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #: 709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #: 551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #: —

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ/C. CORDOBA
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~1136~~ 1137

TECNILAB, S. A. — UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A. — LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES — FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

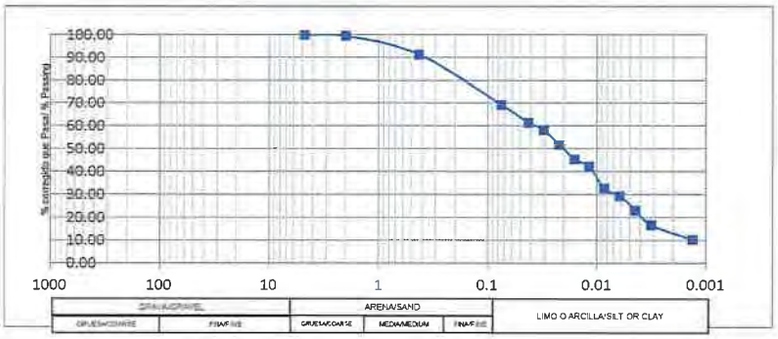
TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 — CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA — HOYO No / HOLE #: TP-17

PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA — MUESTRA/SAMPLE: 1

MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA — FECHA/DATE: — — PROFUNDIDAD/DEPTH: 2.10

ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A — FECHA/DATE: 05-dic-13 — LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ

LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	32.30	C_u	
P. L.	20.5	C_c	
P. I.	11.9		

CLASIFICACION S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	6
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARCILLA LIGERA ARENOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"	0.00	0.00	100.00
#4	0.90	0.11	99.89
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	0.90	0.11	99.89	99.89
#10	4.60	0.60	99.40	99.40
#40	71.90	8.70	91.30	91.30
#200	256.10	30.90	69.10	69.10
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 829.00 g

Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04236	61.30
0.03037	58.11
0.02196	51.72
0.01593	45.34
0.01173	42.15
0.00856	32.57
0.00612	29.37
0.00441	22.99
0.00317	16.60
0.00132	10.22
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 0.11 — % ARENA / % SAND: 30.79 — % FINOS / % FINE: 69.10

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

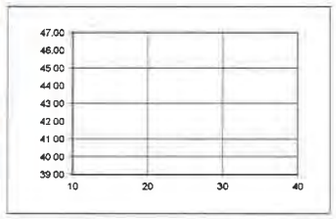
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	456	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	17	79	18L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.17	12.23	12.34
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	27.70	30.06	30.36
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	23.71	25.73	25.87
Agua/ Water (g)	3.99	4.33	4.49
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	12.54	13.50	13.53
Cont. Humedad % / Water content %	31.80	32.10	33.20
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	10	10L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.30	4.24
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.23	6.91
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.73	6.46
Agua/ water (g)	0.50	0.45
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.43	2.22
Cont. Humedad % / Water content %	20.60	20.30
Promedio/ Average	20.5	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA — Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ

Compilado por/Compiled by: E. VALDEZ — Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

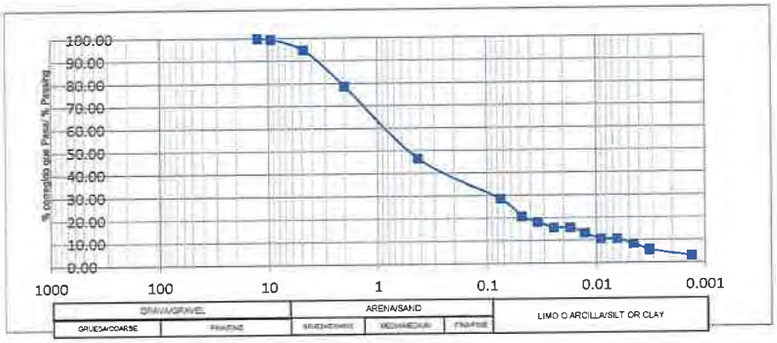
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
HOYO No./ HOLE #: TP-18
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
MUESTRA/SAMPLE: 2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA
FECHA/DATE: —
PROFUNDIDAD/DEPTH: 1.70
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A
FECHA/DATE: 05-dic-13
LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ/J. GARCIA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L	24.70	C_u	
P. L	15.1	C_C	
P. I.	9.7		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-2-4
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	0
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	

ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD BAJA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
11/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	3.70	0.52	99.48
#4	37.50	5.24	94.76
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING	DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
#4	37.50	5.24	94.76	94.76	0.04793	20.70
#10	153.00	21.40	78.60	78.60	0.03414	18.18
#40	382.70	53.50	46.50	46.50	0.02440	15.65
#200	510.40	71.40	28.60	28.60	0.01725	15.65
FONDO					0.01269	13.13
TOTAL					0.00907	10.60
					0.00641	10.60
					0.00458	8.08
					0.00326	5.55
					0.00134	3.03
					0.00000	0.00

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 715.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

% GRAVA / %GRAVEL: 5.24 % ARENA / % SAND: 66.16 % FINOS / % FINE: 28.60

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

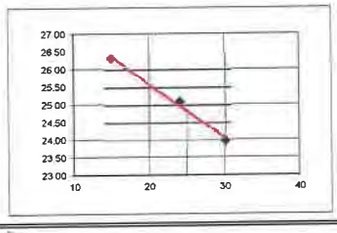
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No./ Can N°	8L	99	56
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.40	12.40	11.40
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	26.58	25.26	23.94
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	23.84	22.68	21.33
Agua/ Water (g)	2.74	2.58	2.61
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	11.44	10.28	9.93
Cont. Humedad % / Water content %	24.00	25.10	26.30
# de Golpes / # of Blows	30	24	15

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No./ Can N°	10	80
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.30	4.77
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.98	9.78
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	8.38	9.11
Agua/ water (g)	0.60	0.67
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	4.08	4.34
Cont. Humedad % / Water content %	14.70	15.40
Promedio/ Average	15.1	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO

Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ/J. GARCIA
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~#37-~~1138

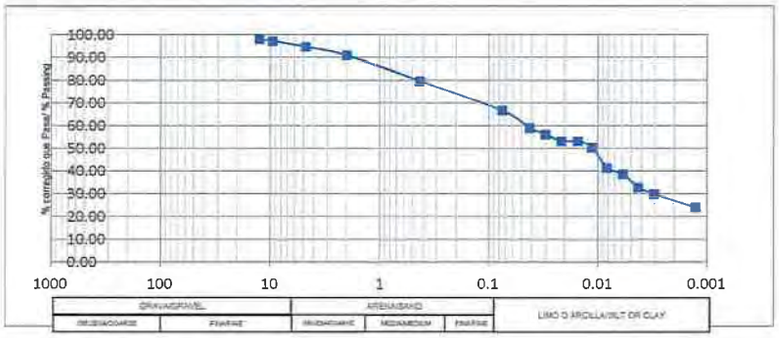
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC. S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-19
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.40
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ/J. GARCIA
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	48.30	C_u	
P. L.	23.0	C_c	
P. I.	25.3		

CLASIFICACION S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACION AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-7-6
INDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	14
CLASIFICACION/CLASSIFICATION	ARCILLA LIGERA ARENOSA
OBSERVACIONES/ REMARKS	PLASTICIDAD ALTA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
11/2"			
1"			
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	11.20	2.08	97.92
3/8"	15.40	2.86	97.14
#4	28.80	5.35	94.65
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	28.80	5.35	94.65	94.65
#10	49.00	9.10	90.90	90.90
#40	110.20	20.50	79.50	79.50
#200	179.70	33.40	66.60	66.60
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 538.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04196	58.98
0.02995	56.06
0.02148	53.14
0.01519	53.14
0.01124	50.22
0.00822	41.46
0.00586	38.54
0.00425	32.70
0.00303	29.78
0.00126	23.94
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 5.35 % ARENA / % SAND: 28.05 % FINOS / % FINE: 66.60

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

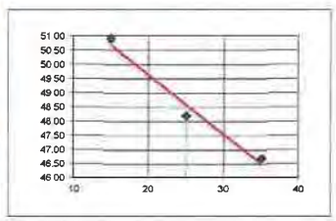
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	57	18L	26
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.31	12.34	11.48
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	34.28	36.54	36.10
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	27.29	28.67	27.80
Agua/ Water (g)	6.99	7.87	8.30
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	14.98	16.33	16.32
Cont. Humedad % / Water content %	46.70	48.20	50.90
# de Golpes / # of Blows	35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	8L	11L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.42	12.41
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	21.78	21.45
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	20.06	19.73
Agua/ water (g)	1.72	1.72
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	7.64	7.32
Cont. Humedad % / Water content %	22.50	23.50
Promedio/ Average	23.0	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB. S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ/J. GARCIA
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

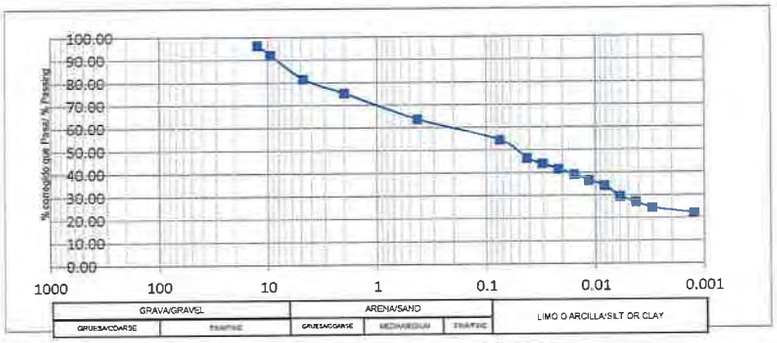
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-20
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 2.95
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	45.00	C_u	
P. L.	23.4	C_C	
P. I.	21.6		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: CL

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-7-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	9
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD ALTA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"	0.00	0.00	100.00
1/2"	23.20	3.60	96.40
3/8"	50.60	7.84	92.16
#4	119.30	18.50	81.50
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING	DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
#4	119.30	18.50	81.50	81.50	0.04236	46.38
#10	159.70	24.80	75.20	75.20	0.03037	43.96
#40	234.40	36.30	63.70	63.70	0.02177	41.55
#200	293.40	45.50	54.50	54.50	0.01553	39.13
FONDO					0.01149	36.72
TOTAL					0.00822	34.30
					0.00593	29.47
					0.00425	27.05
					0.00303	24.64
					0.00125	22.22
					0.00000	0.00

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 645.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

% GRAVA / %GRAVEL: 18.50 % ARENA / % SAND: 27.00 % FINOS / % FINE: 54.50

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

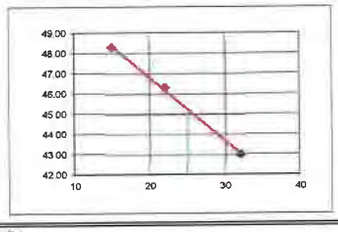
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	278	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	8L	57	17
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.42	12.30	11.18
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	26.25	27.18	26.13
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	22.09	22.47	21.26
Agua/ Water (g)	4.16	4.71	4.87
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	9.67	10.17	10.08
Cont. Humedad % / Water content %	43.00	46.30	48.30
# de Golpes / # of Blows	32	22	15

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	4B	10L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.34	4.23
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	8.68	7.85
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.86	7.16
Agua/ water (g)	0.82	0.69
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.52	2.93
Cont. Humedad % / Water content %	23.30	23.50
Promedio/ Average	23.4	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB. S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

438-1139

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Area:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

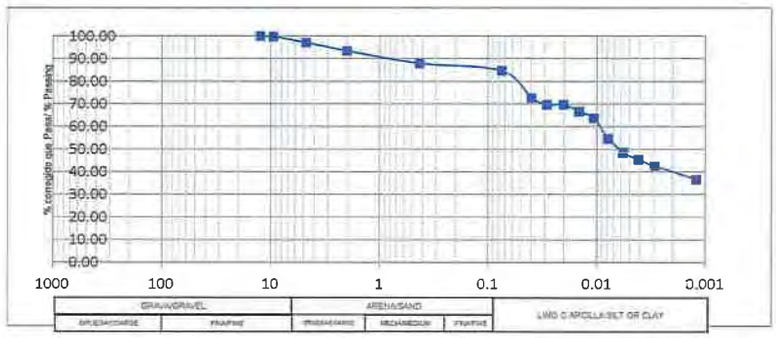
TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-21

PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1

MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 1.00

ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-d c-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ

LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L	58.90	C_u	
P. L	31.2	C_C	
P. I.	27.7		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: MH

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-7-5
INDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	19
CLASIFICACION/CLASSIFICATION	

LIMO ELASTICO CON ARENA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD ALTA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE — *AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE* — *HIDRÓMETRO/HYDROMETER*

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	1.50	0.29	99.71
#4	15.20	2.92	97.08
FONDO			
TOTAL			

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	15.20	2.92	97.08	**97.08**
#10	34.50	6.60	93.40	**93.40**
#40	63.00	12.10	87.90	**87.90**
#200	79.50	15.30	84.70	**84.70**
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g

AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE

Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 520.00 g

Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.03970	72.60
0.02852	69.60
0.02017	69.60
0.01448	66.60
0.01068	63.60
0.00784	54.60
0.00567	48.60
0.00406	45.60
0.00291	42.60
0.00121	36.60
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 2.92 % ARENA / % SAND: 12.38 % FINOS / % FINE: 84.70

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

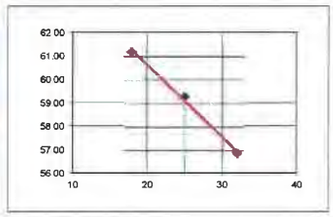
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	456	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	1	A6	20
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.42	12.27	11.35
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	27.96	28.68	28.23
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	21.96	22.57	21.82
Agua/ Water (g)	6.00	6.11	6.41
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	10.54	10.30	10.47
Cont. Humedad % / Water content %	56.90	59.30	61.20
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	80	19
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.76	4.29
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.54	7.02
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	6.88	6.37
Agua/ water (g)	0.66	0.65
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.12	2.08
Cont. Humedad % / Water content %	31.10	31.30
Promedio/ Average	31.2	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA

Compilado por/Compiled by: E. VALDEZ

Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ

Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

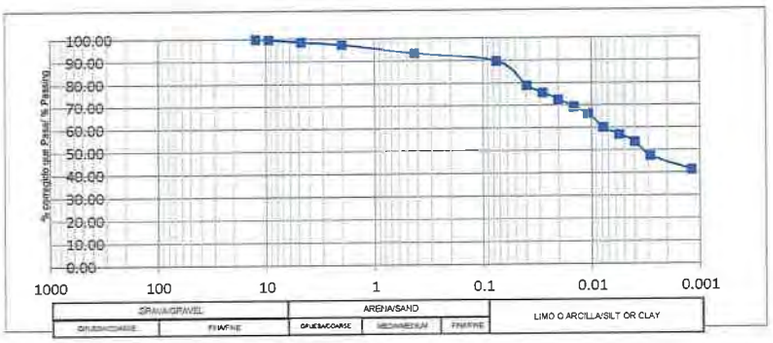
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
HOYO No / HOLE #: TP-21
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
MUESTRA/SAMPLE: 2
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA
FECHA/DATE: —
PROFUNDIDAD/DEPTH: 3.20
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A
FECHA/DATE: 05-dic-13
LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	65.10	C_u	
P. L.	32.7	C_c	
P. I.	32.4		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: MH

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-7-5
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	20
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	LIMO

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD ALTA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE — *AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE* — *HIDRÓMETRO/HYDROMETER*

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	1.70	0.29	99.71
#4	8.20	1.38	98.62
FONDO			
TOTAL			

TAMIZ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING	DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
#4	8.20	1.38	98.62	98.62	0.03928	78.76
#10	16.20	2.70	97.30	97.30	0.02807	75.63
#40	38.20	6.40	93.60	93.60	0.02017	72.51
#200	60.30	10.20	89.80	89.80	0.01448	69.38
FONDO					0.01068	66.26
TOTAL					0.00773	60.01
					0.00554	56.88
					0.00397	53.76
					0.00287	47.51
					0.00120	41.26
					0.00000	0.00

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 593.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

% GRAVA / %GRAVEL: 1.38 % ARENA / % SAND: 8.82 % FINOS / % FINE: 89.80

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

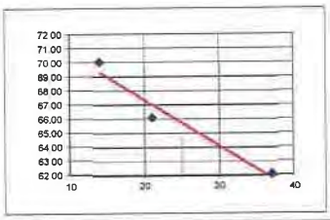
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	276	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test Nº	1	2	3
Cápsula No / Can Nº	11L	18L	26
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.40	12.36	11.46
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	25.69	27.11	29.55
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	20.60	21.24	22.10
Agua/ Water (g)	5.09	5.87	7.45
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	8.20	8.88	10.64
Cont. Humedad % / Water content %	62.10	66.10	70.00
# de Golpes / # of Blows	37	21	14

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test Nº	1	2
Cápsula No / Can Nº	73	80
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.61	4.77
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	6.34	6.99
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.42	7.95
Agua/ water (g)	0.92	1.04
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.81	3.18
Cont. Humedad % / Water content %	32.70	32.70
Promedio/ Average	32.7	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: TECNILAB S.A
Compilado por/Compiled by: L. NAVARRO
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

~~1139~~ 1140

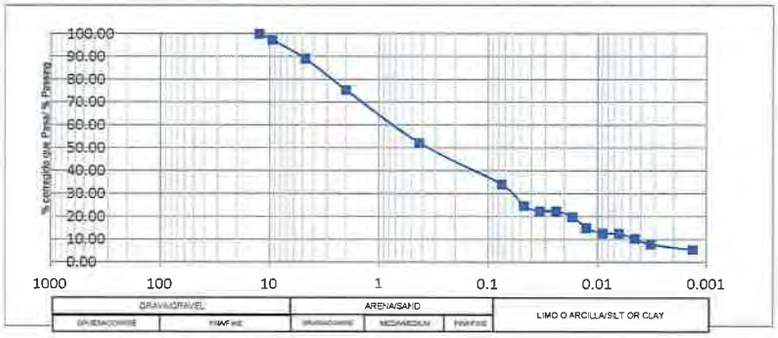
TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No / HOLE #: TP-22
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 1.00
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S.A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L	28.20	C_u	
P. L	14.1	C_C	
P. I	14.2		

CLASIFICACIÓN S.U.C.S/S.U.C.S. CLASSIFICATION: SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACIÓN / CLASSIFICATION	A-2-6
INDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	1
CLASIFICACION/CLASSIFICATION	

ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
6"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	15.60	2.82	97.18
#4	60.70	10.98	89.02
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR. PASSING
#4	60.70	10.98	89.02	89.02
#10	137.40	24.80	75.20	75.20
#40	264.80	47.90	52.10	52.10
#200	364.80	66.00	34.00	34.00
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: ____ g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 553.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: ____ g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTÍCULA/ PARTICLE SIZE	CORREGIDO QUE PASA/ CORRECTED PASSING
0.04687	24.64
0.03352	22.22
0.02370	22.22
0.01695	19.81
0.01260	14.98
0.00897	12.56
0.00634	12.56
0.00453	10.15
0.00324	7.73
0.00133	5.31
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 10.98 % ARENA / % SAND: 55.02 % FINOS / % FINE: 34.00

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

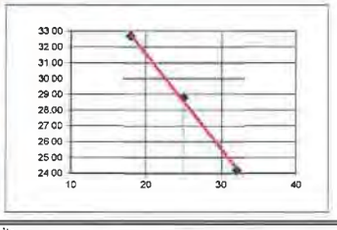
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	456	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test Nº	1	2	3
Cápsula No / Can Nº	56	79	26
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	11.44	12.23	11.49
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	30.17	30.86	31.56
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	26.52	26.69	26.61
Agua/ Water (g)	3.65	4.17	4.95
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	15.08	14.46	15.12
Cont. Humedad % / Water content %	24.20	28.80	32.70
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No / Test Nº	1	2
Cápsula No / Can Nº	19	28
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.30	4.28
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.92	8.04
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.48	7.57
Agua/ water (g)	0.44	0.47
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	3.18	3.29
Cont. Humedad % / Water content %	13.80	14.30
Promedio/ Average	14.1	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: E. VALDEZ
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

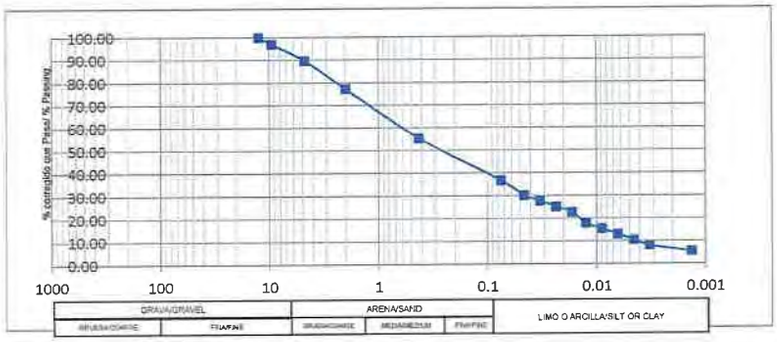
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1970

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LÍMITES DE ATTERBERG/ PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND ATTERBERG LIMITS (ASTM D 6913, D4318 AND D 2487)

F-060

Fecha Efectiva:	Área:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No/ JOB #: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA HOYO No./ HOLE #: TP-22
PROYECTO/PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA MUESTRA/SAMPLE: 1
MUESTREADO POR/SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/DATE: — PROFUNDIDAD/DEPTH: 2.50
ENSAYADO POR/TESTED BY: TECNILAB S A FECHA/DATE: 05-dic-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: I. NUÑEZ
LOCALIZACIÓN/ LOCATION: PANAMA



RESUMEN/ SUMMARY

L. L.	29.00	C_u	
P. L.	16.8	C_C	
P. I.	12.3		

CLASIFICACIÓN S U C S/S U C S CLASSIFICATION: SC

CLASIFICACIÓN AASHTO/ AASHTO CLASSIFICATION

CLASIFICACION / CLASSIFICATION	A-6
ÍNDICE DE GRUPO/GROUP INDEX	1
CLASIFICACIÓN/CLASSIFICATION	ARENA ARCILLOSA

OBSERVACIONES/ REMARKS: PLASTICIDAD MEDIA

AGREGADO GRUESO/COARSE AGGREGATE

TAMIZ / SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING
8"			
6"			
4"			
3"			
2 1/2"			
2"			
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"	0.00	0.00	100.00
3/8"	17.00	3.11	96.89
#4	56.90	10.42	89.58
FONDO			
TOTAL			

AGREGADO FINO/FINE AGGREGATE

TAMIZ/ SIEVE	RETENIDO ACUMULADO/ ACCUMULATED RETAINED	% RETENIDO/ % RETAINED	% PASA/ % PASSING	CORR. PASA/ CORR PASSING
#4	56.90	10.42	89.58	89.58
#10	124.50	22.80	77.20	77.20
#40	244.10	44.70	55.30	55.30
#200	344.80	63.20	36.80	36.80
FONDO				
TOTAL				

AGREGADO GRUESO/ COARSE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weigth Dry Sample: — g
AGREGADO FINO/ FINE AGGREGATE
Peso Muestra Total Seca/ Total Weight Dry Sample: 545.00 g
Peso Seco Después de Lavado/ Dry Weight after washed: — g

HIDRÓMETRO/HYDROMETER

DIAMETRO DE PARTICULA/ PARTICLE SIZE	CORRESPONDIENTE QUE PASA/ CORRESPONDING PASSING
0.04597	30.25
0.03289	27.77
0.02344	25.29
0.01676	22.81
0.01247	17.85
0.00891	15.37
0.00634	12.89
0.00453	10.41
0.00324	7.94
0.00133	5.46
0.00000	0.00

% GRAVA / %GRAVEL: 10.42 % ARENA / % SAND: 52.78 % FINOS / % FINE: 36.80

Equipo utilizado para Análisis Granulométrico / Equipment Used for Particle Size Distribution

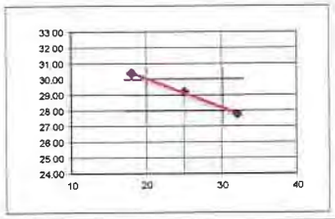
Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	927	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	456	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

LÍMITE LÍQUIDO/LIQUID LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2	3
Cápsula No / Can N°	42	40	8L
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	12.90	12.27	12.40
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	30.50	28.92	30.16
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	26.67	25.16	26.02
Agua/ Water (g)	3.83	3.76	4.14
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	13.77	12.89	13.62
Cont. Humedad % / Water content %	27.80	29.20	30.40
# de Golpes / # of Blows	32	25	18

LÍMITE PLÁSTICO/PLASTIC LIMIT

Ensayo No./ Test N°	1	2
Cápsula No / Can N°	40	28
Peso Cápsula/ Mass of Can (g)	4.78	4.28
Cap + Suelo Hum/ Can+wet soil (g)	7.80	7.32
Cap + Suelo Seco/ Can+Dry Soil (g)	7.37	6.88
Agua/ water (g)	0.43	0.44
Suelo Seco/ Dry Soil (g)	2.59	2.60
Cont. Humedad % / Water content %	16.60	16.90
Promedio/ Average	16.8	



Equipo utilizado para Límites de Atterberg / Equipment used for Atterberg Limits

Equipo/Equipment:	CASA GRANDE	No. Serie/Serial #:	107	Equipo/Equipment:	BALANZA	No. Serie/Serial #:	709
Equipo/Equipment:	HORNO	No. Serie/Serial #:	551	Equipo/Equipment:	—	No. Serie/Serial #:	—

Observaciones/ Remarks:

Muestreado en Campo por/ Sampled on site by: CERRO QUEMA
Compilado por/Compiled by: E. VALDEZ
Ensayado por/ Tested by: I. NUÑEZ
Presentado por/ Presented by: L. NAVARRO

H40 1141

PRUEBAS DE LA RELACIÓN DE HUMEDAD-DENSIDAD

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION/ COMPACTION TEST
ASTM D 698 / ASTM D 1557

F-088

Fecha Efectiva:	Area:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No./ JOB Nº: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA MUESTRA/ SAMPLE: TP-14

PROYECTO/PROJECT: CERRO QUEMA PROF. /DEPTH: 3.6

MUESTREADO POR/ SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/ DATE: — LABORATORISTA/ TECHNICIAN: —

ENSAYADO POR/ TESTED BY: CERRO QUEMA FECHA/ DATE: 24-nov LABORATORISTA/ TECHNICIAN: C. CORDOBA

LOCALIZACION/ LOCATION: PERSCHIMCO HOYO/HOLE:

MÉTODO UTILIZADO/USED METHOD: MODIFICADO PESO DEL MOLDE/MOLD WEIGHT: 4.38 lb VOLUMEN DEL MOLDE/ MOLD VOLUME: 0.03318 pie^3/ft^3

PRUEBA No./ TEST Nº	1	2	3	4	
Peso del Molde/ Mold Weight (M_O)	4.38	4.38	4.38	4.38	
Peso del Molde +Suelo Compactado/ Mold Weight + Compacted Soil (MF)	8.46	8.82	8.53	8.30	
Peso del Suelo Compactado/ Compacted Soil Weight (M)=MF - MO	4.08	4.44	4.15	3.92	

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD / DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT

Recipiente No / Recipient Nº	A	B	C	D	E	F	G	H		
Peso del Recipiente/ Recipient Weight (M_c)	32.1	25.3	26.0	25.3	28.2	26.6	25.4	25.8		
169	169.0	117.7	116.2	102.5	150.7	140.3	193.4	193.9		
Recipiente + Suelo Seco/ Recipient + Dry Soil (Mdc)	155.8	106.2	103.2	91.7	127.1	118.9	154.8	154.9		
Peso del Agua/ Water Weight (M_w)	13.2	11.5	13.0	10.8	23.6	21.4	38.6	39.0		
Peso del Suelo/Mass Soil (M_s)	123.7	80.9	77.2	66.4	98.9	92.3	129.4	129.1		
Contenido de Humedad / % Moisture	10.7	14.2	16.8	16.3	23.9	23.2	29.8	30.2		
Humedad Promedio / % Moisture Average (w)	**12.4**		**16.6**		**23.5**		**30.0**			

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD / DETERMINATION OF DENSITY

Densidad Húmeda/ Wet Density rt = M / V	122.9	133.9	125.1	118.1	
Densidad Seca/ Dry Density rd = rt / (1 + w)	**109.3**	**114.9**	**101.3**	**90.9**	

RESULTADOS/ RESULTS

DENSIDAD MÁX/ MAX DENSITY	114.9	lb/ft^3
DENSIDAD MÁX/ MAX DENSITY	1842.4	kg/m^3
HUMEDAD OPT. / OPT. MOISTURE	16.6	%

Equipo Utilizado para el Ensayo / Equipment Used for Testing

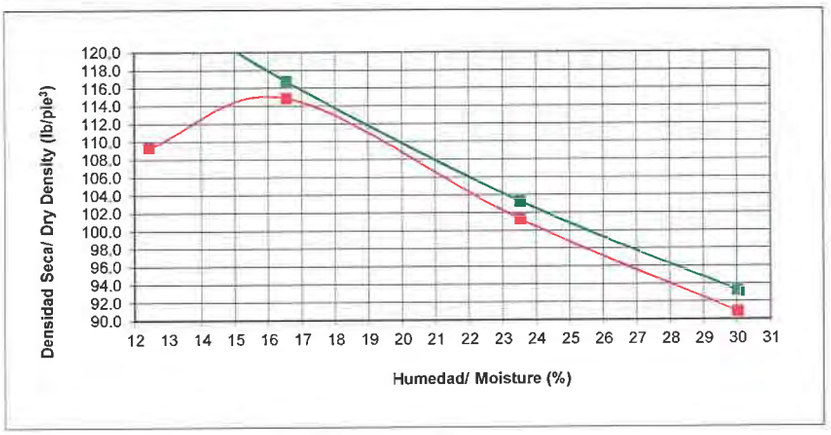
Equipo/Equipment:	MARTILLO	Serie/Seri.	792
Equipo/Equipment:	BALANZA	Serie/Seri.	927
Equipo/Equipment:	HORNO	Serie/Seri.	936
Equipo/Equipment:	—	Serie/Seri.	—

CURVA DE SATURACION/ SATURATION CURVE

G_s 2.71 ASUM. * REAL

d_s 62.4 lb/pie^3-lb/ft^3

%w	d_D
12.4	126.46
16.6	116.74
23.5	103.27
30.0	93.25



Muestreado en campo por/ Sampled in site by: —

Compilado por/ Compiled By: E. VALDEZ

Ensayado por/ Tested By: C. CORDOBA

Presentado por/ Presented By: L. NAVARRO

444 1142

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACION/ COMPACTION TEST
ASTM D 698 / ASTM D 1557

F-088

Fecha Efectiva:	Area:	Versión:	Página:
15 de Noviembre de 2011	Pruebas y Ensayos	1	1 de 1

TRABAJO No./ JOB Nº: 3-1972 CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA MUESTRA/ SAMPLE: TP-16

PROYECTO/PROJECT: CERRO QUEMA PROF. /DEPTH: 3.5

MUESTREADO POR/ SAMPLED BY: CERRO QUEMA FECHA/ DATE: LABORATORISTA/ TECHNICIAN: —

ENSAYADO POR/ TESTED BY: CERRO QUEMA FECHA/ DATE: 24-nov LABORATORISTA/ TECHNICIAN: C. CORDOBA

LOCALIZACION/ LOCATION: PERSCHIMCO HOYO/HOLE:

MÉTODO UTILIZADO/USED METHOD "C" MODIFICADO PESO DEL MOLDE/MOLD WEIGHT: 12.33 lb VOLUMEN DEL MOLDE/ MOLD VOLUME: 0.07453 pie^3/ ft^3

PRUEBA No./ TEST Nº	1	2	3	4	5
Peso del Molde/ Mold Weight (M_O)	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33
Peso del Molde +Suelo Compactado/ Mold Weight + Compacted Soil (MF)	21.45	21.78	22.20	22.10	21.80
Peso del Suelo Compactado/ Compacted Soil Weight (M)=MF - MO	9.12	9.45	9.87	9.77	9.47

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD / DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT

Recipiente No./ Recipient Nº	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Peso del Recipiente/ Recipient Weight (M_c)	33.1	33.0	32.6	32.2	32.6	37.6	32.7	32.3	32.8	33.1
Recipiente + Suelo Húmedo/ Recipient + Wet Soil (Mwc)	102.7	112.2	112.1	84.8	84.0	98.4	89.6	84.4	109.8	98.1
Recipiente + Suelo Seco/ Recipient + y Soil (Mdc)	97.4	106.2	104.4	79.9	78.4	90.7	80.8	76.6	96.0	86.7
Peso del Agua/ Water Weight (M_w)	5.3	6.0	7.7	4.9	5.6	7.7	8.8	7.8	13.8	11.4
Peso del Suelo/Mass Soil (M_s)	64.3	73.2	71.8	47.7	45.8	53.1	48.1	44.3	63.2	53.6
Contenido de Humedad / % Moisture	8.2	8.2	10.7	10.3	12.2	14.5	18.3	17.6	21.8	21.3
Humedad Promedio / % Moisture Average (w)	**8.2**		**10.5**		**13.4**		**18.0**		**21.6**	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD / DETERMINATION OF DENSITY

Densidad Húmeda/ Wet Density rt = M / V	122.4	126.8	132.4	131.1	127.1
Densidad Seca/ Dry Density rd = rt / (1 + w)	**113.1**	**114.7**	**116.8**	**111.1**	**104.5**

RESULTADOS/ RESULTS

DENSIDAD MÁX/ MAX DENSITY	116.8	lb/ft^3
DENSIDAD MÁX/ MAX DENSITY	1873.8	kg/m^3
HUMEDAD OPT. / OPT. MOISTURE	13.4	%

Equipo Utilizado para el Ensayo / Equipment Used for Testing

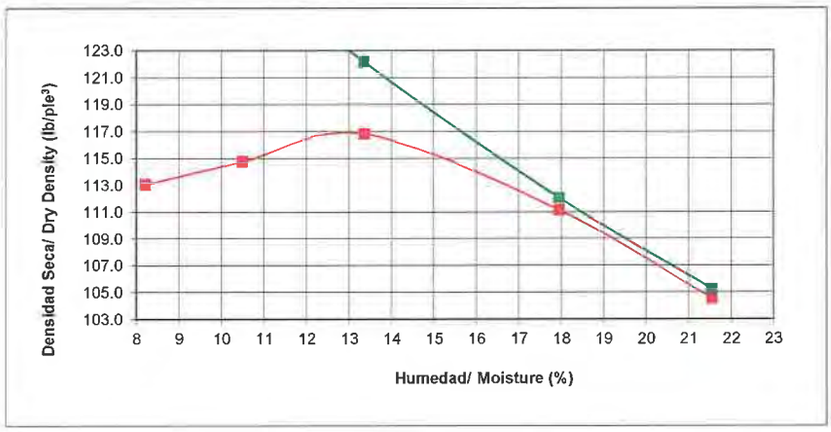
Equipo/Equipment:	MARTILLO	Serie/Seri.	792
Equipo/Equipment:	BALANZA	Serie/Seri.	927
Equipo/Equipment:	HORNO	Serie/Seri.	936
Equipo/Equipment:	—	Serie/Seri.	—

CURVA DE SATURACION/ SATURATION CURVE

G_s 2.65 ASUM. * REAL

d_s 62.4 lb/pie^3-lb/ft^3

%w	d_D
8.2	135.78
10.5	129.37
13.4	122.11
18.0	112.05
21.6	105.25



Muestreado en campo por/ Sampled in site by: — Compilado por/ Compiled By: E. VALDEZ

Ensayado por/ Tested By: C. CORDOBA Presentado por/ Presented By: L. NAVARRO

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD DE PARED FLEXIBLE

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE PERMEABILIDAD (ASTM D 5084)

Trabajo: mar-72 Cliente: CERRO QUEMA
Proyecto: PERCHIMNCO CERRO QUEMA
Localización PROVINCIA DE PANAMA Fecha: 20-dic-13
Hoyo: TP-16 Muestra: CALICATA Profundidad: ------

Datos del Especimen de Prueba

Prom. de Long. ***Lo*** (cm):	11.75	Cont. de Humedad ***Wo%:***		Tipo de Prueba:	D	Promedio de la Tasa de	
Prom. del Diam. ***Do*** (cm):	7.34	***Wf %:***		Rata de Deformación:	-	Prom. de rata de defor. axial a la falla:	-
Peso (g):	970.1	Densidad Inicial (g/cm^3):	1.95	Muestra #::	-	Esfuerzo Total Mayor Principal **σ1** :	-
Area Inicial ***Ao (cm^2)***:	42.31	Densidad Seca (g/cm^3):		Razón de Vacíos:		(tsf):	-
Volumen ***Vo (cm^3)***:	497.19	***Lo/Do*** Razón:	1.60	Grado de Saturación (%):		Preslón de Confinamiento **σ3** (psi):	-
				Gravedad Específica ***Gs***:		(tsf):	-

Cell pressure psi	Back Pressure psi	Pore Pressure psi	PWP diff psi	Cell Incr. Δσ	B value	Back Pressure Volumen change Before	After	Tiempo	Deformación ΔL 0.001"	Lectura del Anillo de Carga (No. div)
5	2	3.1								
10	-	5.2	2.05	5	0.41					
10	8	5.2								
15	-	8.6	3.5	5	0.69					
15	12	8.6								
20	-	13.0	4.4	5	0.87					
20	18	13.0								
25	-	18.0	5.0	5	1.00					

Muestreado por: El Cliente Ensayado por: C. Córdoba Preparado por: C. Córdoba Compilado por: L. Navarro

11413

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA EN 1973

ENSAYO DE PERMEABILIDAD
(ASTM D 5084)

TRABAJO No.: 26359 CLIENTE: CERRO QUEMA PROYECTO: PERCHIMNCO CERRO QUEMA MUESTRA No.: CALICATA

MUESTREADO POR: TECNILAB, S.A. FECHA: ----
PREPARADO POR: TECNILAB, S.A. FECHA: 20-dic-13
LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMA
DESCRIPCION: TP-16
LABORATORISTA: C. Córdoba

PRUEBA No.	CELDA No.	ALTURA MUESTRA (cm)	GRADIENTE HIDRAULICO (i = dh/L)	DIAMETRO MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm^2)	INICIO		FINAL		TIEMPO DE PERCOLACION (seg)	Q (cm^3)	TEMPERATURA (°C)	k (cm/seg)	FACTOR CORREC. TEMP.	k_{20} (cm/seg)	OBSERVACIONES
						FECHA	HORA	FECHA	HORA							
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	07:00	21-12-13	08:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	08:00	21-12-13	09:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	09:00	21-12-13	10:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	10:00	21-12-13	11:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	11:00	21-12-13	12:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
1	14	11.75	10	7.34	42.31	21-12-13	12:00	21-12-13	01:00	3600	0.50	25.0	3.28E-07	0.8893	2.92E-07	
												PROMEDIO DESPUÉS DE ESTABILIZADO EL FLUJO	3.28E-07		2.92E-07	

COMPILADO POR: L. Navarro

PRESENTADO POR: _____

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE PERMEABILIDAD (ASTM D 5084)

Trabajo: mar-72 Cliente: CERRO QUEMA
Proyecto: PERCHIMNCO CERRO QUEMA
Localización PROVINCIA DE PANAMA Fecha: 20-dic-14
Hoyo: TP-14 Muestra: CALICATA Profundidad: ------

Datos del Especimen de Prueba

Prom. de Long. ***Lo*** (cm):	11.77	Cont. de Humedad ***Wo%:***		Tipo de Prueba:	D
Prom. del Diam. ***Do*** (cm):	7.38	***Wf %:***		Rata de Deformación:	-
Peso (g):	992	Densidad Inicial (g/cm^3):	1.97	Muestra ***#:*:***	-
Area Inicial ***Ao (cm^2):***	42.78	Densidad Seca (g/cm^3):		Razón de Vacíos:	
Volumen ***Vo (cm^3)***:	503.48	***Lo/Do*** Razón:	1.59	Grado de Saturación (%):	
				Gravedad Específica ***Gs***:	

Promedio de la Tasa de Prom. de rata de defor. axial a la falla:	-
Esfuerzo Total Mayor Principal **σ1** : (tsf):	-
Presión de Confinamiento **σ3** (psi):	-
(tsf):	-

Cell pressure psi	Back Pressure psi	Pore Pressure psi	PWP diff psi	Cell Incr. Δσ	B value	Back Pressure Volumen change Before	Back Pressure Volumen change After	Tiempo	Deformación ΔL 0.001"	Lectura del Anillo de Carga (No. div)
5	2	3.1								
10	-	5.2	2.11	5	0.42					
10	8	5.2								
15	-	8.6	3.4	5	0.68					
15	12	8.6								
20	-	12.8	4.2	5	0.84					
20	18	12.8								
25	-	17.8	5.0	5	1.00					

Muestreado por: El Cliente Ensayado por: C. Córdoba Preparado por: C. Córdoba Compilado por: L. Navarro

1141

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

FUNDADA EN 1973

ENSAYO DE PERMEABILIDAD
(ASTM D 5084)

TRABAJO No.: 26359 CLIENTE: CERRO QUEMA PROYECTO: PERCHIMNCO CERRO QUEMA MUESTRA No.: CALICATA

MUESTREADO POR: TECNILAB, S.A. FECHA: ---- LOCALIZACIÓN: PROVINCIA DE PANAMA
PREPARADO POR: TECNILAB, S.A. FECHA: 20-dic-14 DESCRIPCION: TP-14 LABORATORISTA: C. Córdoba

PRUEBA No.	CELDA No.	ALTURA MUESTRA (cm)	GRADIENTE HIDRAULICO (i = dh/L)	DIAMETRO MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm^2)	INICIO		FINAL		TIEMPO DE PERCOLACION (seg)	Q (cm^3)	TEMPERATURA (°C)	k (cm/seg)	FACTOR CORREC. TEMP.	k_{20} (cm/seg)	OBSERVACIONES
						FECHA	HORA	FECHA	HORA							
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	07:00	21-11-13	08:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	08:00	21-11-13	09:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	09:00	21-11-13	10:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	10:00	21-11-13	11:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	11:00	21-11-13	12:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
1	14	11.77	10	7.38	42.78	21-11-13	12:00	21-11-13	01:00	3600	0.60	25.0	3.90E-07	0.8893	3.46E-07	
												PROMEDIO DESPUÉS DE ESTABILIZADO EL FLUJO	3.90E-07		3.46E-07	

COMPILADO POR: L. Navarro

PRESENTADO POR: _____

~~1144~~
1145

PRUEBAS TRIAXIAL DE CONSOLIDACIÓN NO DRENADO (C/U)

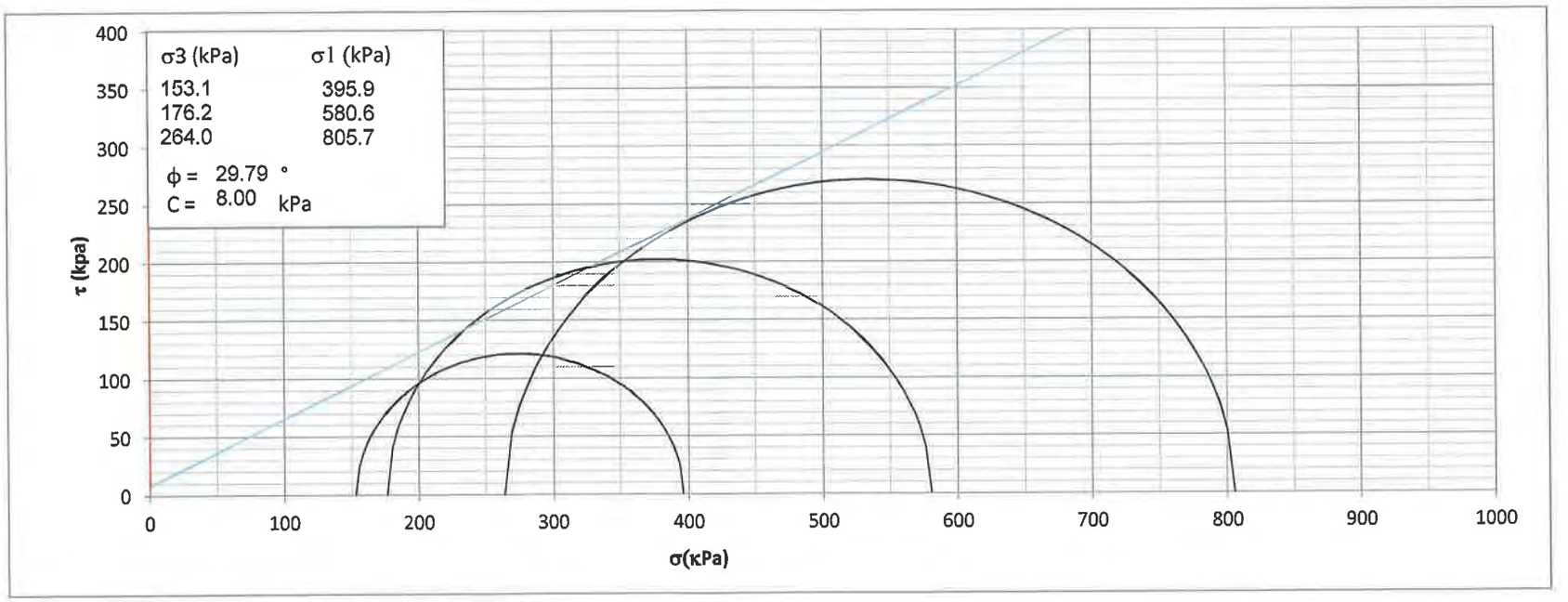
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA G. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

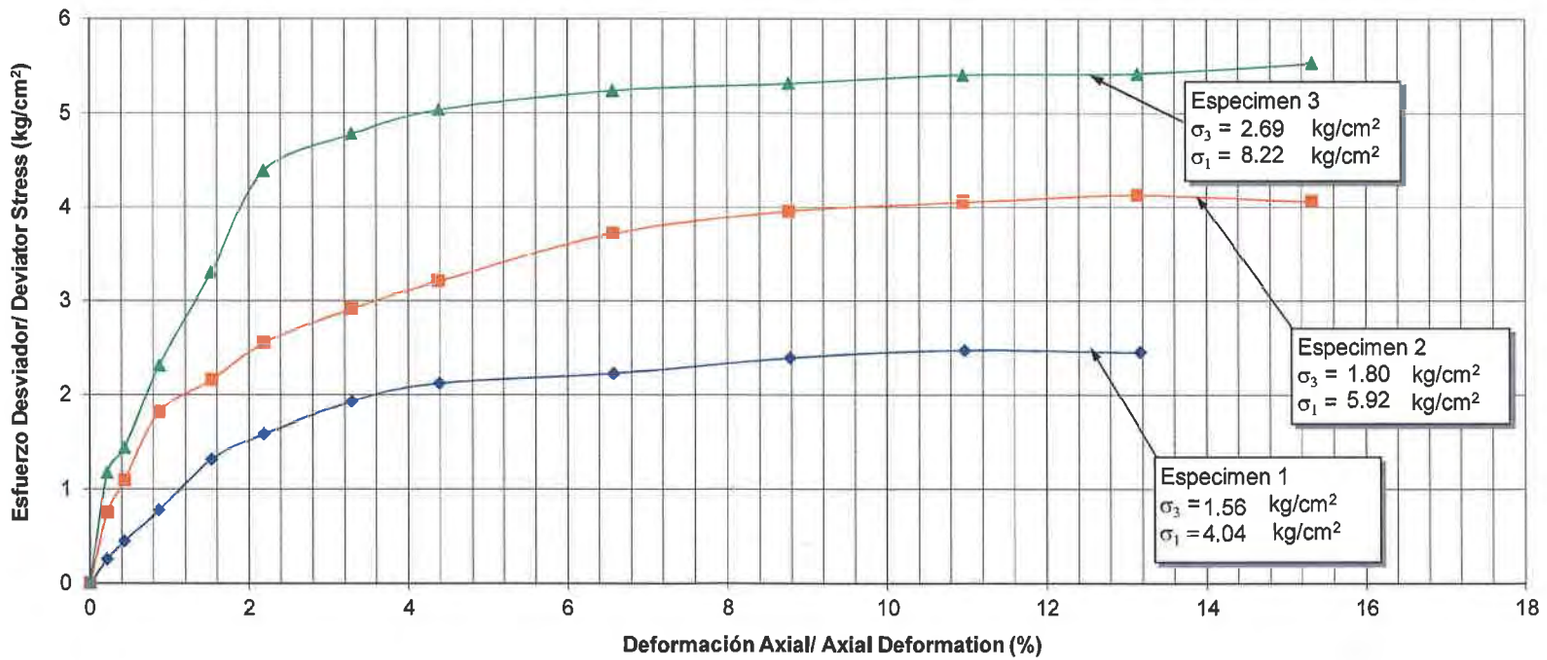
F-062

TRABAJO No./ JOB No.:	3-1972	HOYO No./ BOREHOLE No:	TP-14
PROYECTO/ PROJECT:	PERSCHIMCO CERRO QUEMA	MUESTRA No./ SAMPLE No.:	1,2
LOCALIZACION/ LOCATION:	CERRO QUEMA	PROFUNDIDAD/ DEPTH:	3.60
CLIENTE/ CLIENT:	CERRO QUEMA	FECHA/ DATE:	16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION:	ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA		
ENSAYADO POR/ TESTED BY:	C. CÓRDOBA		



ENSAYADO POR/ TESTED BY:	C. CÓRDOBA	REVISADO POR/ REVIEWED BY:	R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY:	R. GÓMEZ	PRESENTADO POR/ PRESENTED BY:	R. GÓMEZ

PERSCHIMCO CERRO QUEMA
CERRO QUEMA
TRIAXIAL TEST CU
BOREHOLE: TP-14 , 1,2
Trabajo No./ Job No. 26359 Fecha/ Date: 16/12/2013



ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972
PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

HOYO No./ BOREHOLE No. TP-14
MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
PROF.,' DEPTH: 3.60
FECHA/ DATE: 16-dic-13

[A] Información del Especímen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No. 1 — Presión Efectiva/ Effective Pressure 0.51 kg/cm^2

(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	☐ Inalterada/Undisturbeb	☒ Remoldeada/ Remolded
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.38	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	42.78	cm^2
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.77	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.59	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	503.48	cm^3
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	987.50	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.96	g/cm^3
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	19.05	%
(a.) Tara N°/ Tare N°		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1135.60	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	974.30	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	127.80	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	161.30	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	846.50	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	19.10	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.65	g/cm^3

[A] Información del Especímen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	0.51	kg/cm^2
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	1.78	kg/cm^2
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm^2
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	490.78	cm^3
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	42.05	cm^2
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.57	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA
REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ
PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GÓMEZ

~~1146~~ 1147

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1974
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Test and Trials**

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-14 Sample No. 1,2 Especimen N°. : 1
PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.60

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 1.78 kg/cm^2
(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min
(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.57 cm.
(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 42.05 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation Δ L(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Devator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1-\epsilon}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	42.05	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	42.15	10.727	0.25	1.32
	0.051	0.004	42.24	18.909	0.45	1.37
	0.102	0.009	42.43	32.864	0.77	1.40
	0.178	0.015	42.71	56.273	1.32	1.42
	0.254	0.022	43.00	67.864	1.58	1.45
	0.381	0.033	43.49	84.000	1.93	1.47
	0.508	0.044	43.98	93.318	2.12	1.48
	0.762	0.066	45.02	100.318	2.23	1.49
	1.016	0.088	46.10	110.273	2.39	1.49
	1.270	0.110	47.24	116.955	2.48	1.50
	1.524	0.132	48.43	118.773	2.45	1.50
	1.778	0.154	49.69	120.636	2.43	1.50
	2.032	0.176	51.01	120.500	2.36	1.50
	2.286	0.198	52.41	119.727	2.28	1.50

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 1.78 kg/cm^2
Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 2.48 kg/cm^2
Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta$ p 4.26 kg/cm^2
Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.22 kg/cm^2
Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \overline{\sigma_3} - \mu_f$ 1.56 kg/cm 153 kPa
Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \overline{\sigma_1} - \mu_f$ 4.04 kg/cm 396 kPa

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972
PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

HOYO No./ BOREHOLE No. TP-14
MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
PROF./ DEPTH: 3.60
FECHA/ DATE: 16-dic-13

[A] Información del Especímen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No. 2 — Presión Efectiva/ Effective Pressure 1.02 kg/cm²

(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	☐ Inalterada/Undisturbeb	☒ Remoldeada/ Remolded
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.38	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	42.78	cm²
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.77	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.59	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	503.48	cm³
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	990.70	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.97	g/cm³
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	19.22	%
(a.) Tara N°/ Tare Nº		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1139.40	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	975.90	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	125.10	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	163.50	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	850.80	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	19.20	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.65	g/cm³

[A] Información del Especímen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	1.02	kg/cm²
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	2.29	kg/cm²
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm²
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	492.68	cm³
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	42.16	cm²
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.60	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA
REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ
PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GÓMEZ

1147
1148

TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA DE BARRAND Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Test and Trials**

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-14 Sample No. 1,2 Especimen N° : 2

PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA

LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA

CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13

DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA

ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.60

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 2.29 kg/cm^2

(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min

(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.60 cm.

(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 42.16 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation ΔL(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Deviator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1-\epsilon}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	42.16	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	42.25	31.273	0.74	1.33
	0.051	0.004	42.35	46.318	1.09	1.40
	0.102	0.009	42.53	77.227	1.82	1.43
	0.178	0.015	42.82	92.455	2.16	1.48
	0.254	0.022	43.11	109.909	2.55	1.54
	0.381	0.033	43.59	126.955	2.91	1.60
	0.508	0.044	44.09	141.409	3.21	1.65
	0.762	0.066	45.13	167.682	3.72	1.70
	1.016	0.088	46.21	182.682	3.95	1.71
	1.270	0.109	47.35	191.727	4.05	1.74
	1.524	0.131	48.54	200.182	4.12	1.77
	1.778	0.153	49.79	202.000	4.06	1.77
	2.032	0.175	51.12	202.318	3.96	1.77
	2.286	0.197	52.51	202.136	3.85	1.77
	2.540	0.219	53.98	201.455	3.73	1.77

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 2.29 kg/cm^2

Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 4.12 kg/cm^2

Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta p$ 6.42 kg/cm^2

Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.50 kg/cm^2

Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \sigma_3 - \mu_f$ 1.80 kg/cm^2 176 kPa

Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \sigma_1 - \mu_f$ 5.92 kg/cm^2 581 kPa

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972
PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

HOYO No./ BOREHOLE No. TP-14
MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
PROF./ DEPTH: 3.6
FECHA/ DATE: 16-dic-13

[A] Información del Especimen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No. 3
Presión Efectiva/ Effective Pressure 2.04 kg/cm^2

(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	[ ] Inalterada/Undisturbeb [X] Remoldeada/ Remolded	
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.38	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	42.78	cm^2
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.77	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.59	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	503.48	cm^3
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	980.90	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.95	g/cm^3
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	21.66	%
(a.) Tara N°/ Tare N°		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1149.50	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	966.80	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	123.20	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	182.70	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	843.60	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	21.70	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.60	g/cm^3

[A] Información del Especimen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	2.04	kg/cm^2
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	3.31	kg/cm^2
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm^2
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	492.58	cm^3
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	42.16	cm^2
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.60	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA
REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GOMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ
PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GOMEZ

~~1148~~ 1149

TECNILAB, S. A. — FUNDADA EN 1971 — UNA EMPRESA DE BANAGRO Y ARCOS, S. A. — LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Test and Trials**

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-14 Sample No. 1,2 Especimen N°. : 3

PROYECTO/ PROJECT: PERSCHIMCO CERRO QUEMA

LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA

CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13

DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA

ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.60

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 3.31 kg/cm^2

(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min

(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.60 cm.

(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 42.16 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation Δ L(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Deviator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1 - \in}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	42.16	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	42.25	49.545	1.17	1.35
	0.051	0.004	42.34	60.682	1.43	1.49
	0.102	0.009	42.53	98.318	2.31	1.53
	0.178	0.015	42.81	141.318	3.30	1.59
	0.254	0.022	43.10	188.682	4.38	1.65
	0.381	0.033	43.59	207.864	4.77	1.71
	0.508	0.044	44.09	221.773	5.03	1.79
	0.762	0.066	45.12	236.227	5.24	1.83
	1.016	0.088	46.20	245.455	5.31	1.87
	1.270	0.109	47.34	255.864	5.40	1.89
	1.524	0.131	48.53	262.955	5.42	1.90
	1.778	0.153	49.79	275.045	5.52	1.91
	2.032	0.175	51.11	277.591	5.43	1.91
	2.286	0.197	52.50	277.182	5.28	1.91
	2.794	0.241	55.53	276.091	4.97	1.91

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 3.31 kg/cm^2

Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 5.52 kg/cm^2

Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta$ p 8.84 kg/cm^2

Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.62 kg/cm^2

Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \sigma_3 - \mu_f$ 2.69 kg/cm 264 kPa

Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \sigma_1 - \mu_f$ 8.22 kg/cm 806 kPa

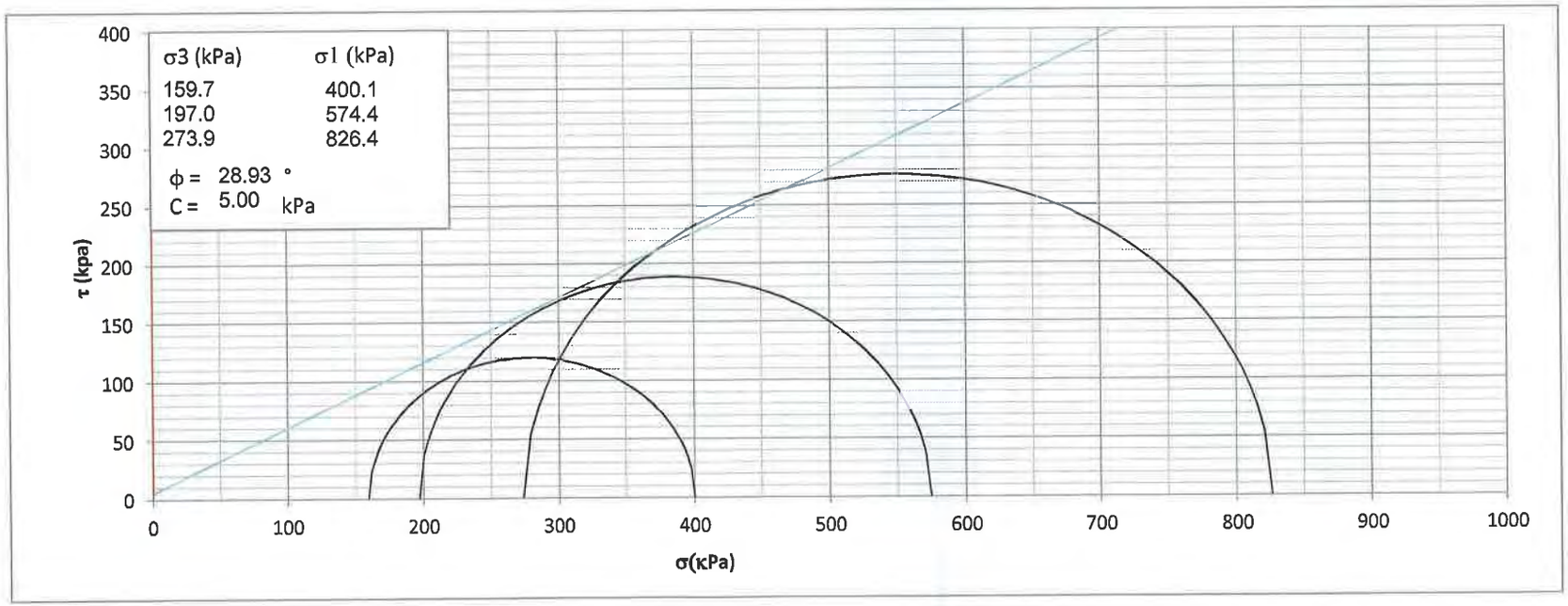
TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

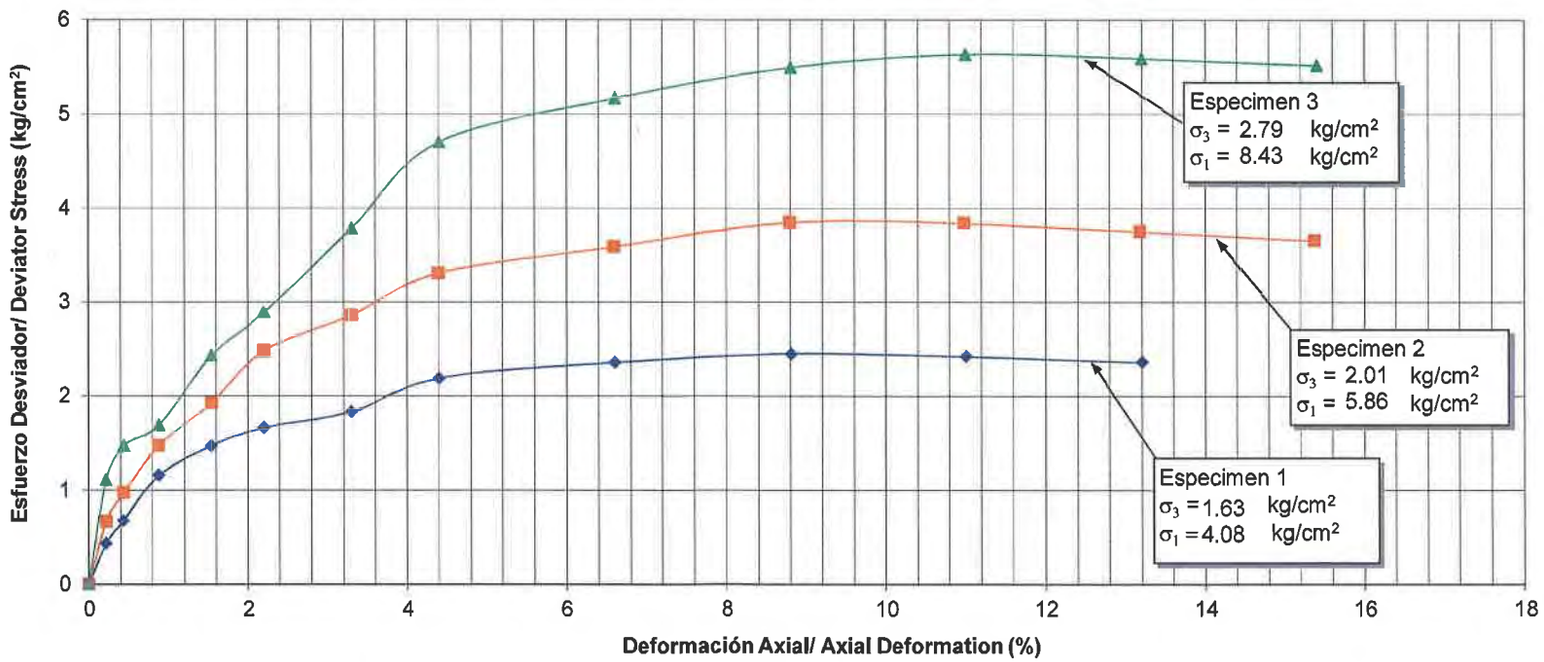
F-062

TRABAJO No./ JOB No.:	3-1972	HOYO No./ BOREHOLE No:	TP-16
PROYECTO/ PROJECT:	CERRO QUEMA	MUESTRA No./ SAMPLE No.:	1,2
LOCALIZACION/ LOCATION:	CERRO QUEMA	PROFUNDIDAD/ DEPTH:	3.50
CLIENTE/ CLIENT:	CERRO QUEMA	FECHA/ DATE:	16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION:	ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA		
ENSAYADO POR/ TESTED BY:	C. CÓRDOBA		



ENSAYADO POR/ TESTED BY:	C. CÓRDOBA	REVISADO POR/ REVIEWED BY:	R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY:	R. GÓMEZ	PRESENTADO POR/ PRESENTED BY:	R. GÓMEZ

CERRO QUEMA
CERRO QUEMA
TRIAXIAL TEST CU
BOREHOLE: TP-16 , 1,2
Trabajo No./ Job No. 26359 Fecha/ Date: 16/12/2013



1150

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1973
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Página/Page: **3 de 8**

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972
PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

HOYO No./ BOREHOLE No. TP-16
MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
PROF./ DEPTH: 3.50
FECHA/ DATE: 16-dic-13

[A] Información del Especímen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No. 1
Presión Efectiva/ Effective Pressure 0.51 kg/cm^2

(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	[ ] Inalterada/Undisturbeb	[X] Remoldeada/ Remolded
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.90	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	49.02	cm^2
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.71	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.48	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	573.99	cm^3
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	985.60	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.72	g/cm^3
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	17.42	%
(a.) Tara N°/ Tare N°		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1136.30	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	985.00	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	116.30	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	151.30	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	868.70	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	17.40	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.46	g/cm^3

[A] Información del Especímen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	0.51	kg/cm^2
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	1.78	kg/cm^2
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm^2
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	561.29	cm^3
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	48.29	cm^2
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.54	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA
REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ
PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GÓMEZ

HSD-1151

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1971
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., E. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-16 Sample No. 1,2 Especimen N°. : 1
PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.50

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 1.78 kg/cm^2
(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min
(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.54 cm.
(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 48.29 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation Δ L(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Deviator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1-\epsilon}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	48.29	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	48.40	21.136	0.44	1.29
	0.051	0.004	48.50	32.864	0.68	1.32
	0.102	0.009	48.72	56.273	1.16	1.38
	0.178	0.015	49.05	72.182	1.47	1.41
	0.254	0.022	49.38	82.136	1.66	1.42
	0.381	0.033	49.94	91.545	1.83	1.43
	0.508	0.044	50.52	110.636	2.19	1.43
	0.762	0.066	51.71	121.955	2.36	1.43
	1.016	0.088	52.95	129.818	2.45	1.43
	1.270	0.110	54.26	131.455	2.42	1.43
	1.524	0.132	55.64	131.591	2.36	1.43
	1.778	0.154	57.09	131.409	2.30	1.43
	2.032	0.176	58.62	131.045	2.24	1.43

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 1.78 kg/cm^2
Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 2.45 kg/cm^2
Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta$ p 4.24 kg/cm^2
Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.16 kg/cm^2
Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \overline{\sigma_3} - \mu_f$ 1.63 kg/cm 160 kPa
Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \overline{\sigma_1} - \mu_f$ 4.08 kg/cm 400 kPa

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972
PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

HOYO No./ BOREHOLE No. TP-16
MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
PROF./ DEPTH: 3.50
FECHA/ DATE: 16-dic-13

[A] Información del Especímen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No. 2
Presión Efectiva/ Effective Pressure 1.02 kg/cm^2

(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	[ ] Inalterada/Undisturbeb [X] Remoldeada/ Remolded	
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.90	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	49.02	cm^2
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.71	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.48	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	573.99	cm^3
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	990.70	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.73	g/cm^3
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	17.21	%
(a.) Tara N°/ Tare N°		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1139.30	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	989.90	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	121.90	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	149.40	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	868.00	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	17.20	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.47	g/cm^3

[A] Información del Especímen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	1.02	kg/cm^2
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	2.29	kg/cm^2
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm^2
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	563.19	cm^3
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	48.40	cm^2
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.56	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA
REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GÓMEZ
COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ
PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GÓMEZ

HST 1152

TECNILAB, S.A.

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Test and Trials**

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-16 Sample No. 1,2 Especimen N°. : 2

PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA

LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA

CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13

DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA

ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.50

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 2.29 kg/cm^2

(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min

(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.56 cm.

(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 48.40 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation Δ L(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Deviator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1-\epsilon}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	48.40	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	48.51	32.273	0.67	1.31
	0.051	0.004	48.61	47.227	0.97	1.34
	0.102	0.009	48.83	72.000	1.47	1.38
	0.178	0.015	49.16	94.500	1.92	1.44
	0.254	0.022	49.49	122.455	2.47	1.52
	0.381	0.033	50.05	143.227	2.86	1.55
	0.508	0.044	50.62	167.455	3.31	1.55
	0.762	0.066	51.81	185.955	3.59	1.56
	1.016	0.088	53.06	204.227	3.85	1.56
	1.270	0.110	54.37	208.955	3.84	1.58
	1.524	0.132	55.75	209.000	3.75	1.58
	1.778	0.154	57.19	209.000	3.65	1.58
	2.032	0.176	58.72	208.909	3.56	1.58
	2.286	0.198	60.33	208.227	3.45	1.58
	0.000	0.000	48.40	0.000	0.00	0.00

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 2.29 kg/cm^2

Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 3.85 kg/cm^2

Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta p$ 6.14 kg/cm^2

Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.29 kg/cm^2

Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \sigma_3 - \mu_f$ 2.01 kg/cm^2 197 kPa

Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \sigma_1 - \mu_f$ 5.86 kg/cm^2 574 kPa

TECNILAB, S.A. — UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A. — LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES — FUNDADA EN 1973

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Test and Trials**

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 — HOYO No./ BOREHOLE No TP-16
PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA — MUESTRA No./ SAMPLE No. 1,2
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA — PROF./ DEPTH: 3.5
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA — FECHA/ DATE: 16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA

[A] Información del Especímen (Antes de la Consolidación)/ Specimen Data (Before consolidation)

Espécimen N°/ Specimen No.	3	
Presión Efectiva/ Effective Pressure	2.04	kg/cm²
(1) Tipo de prueba realizada/ Type of test performed	Consolidada - No Drenada/ Consolidated-Undrained	
(2) Tipo de Espécimen/ Type of specimen	[ ] Inalterada/Undisturbeb [X] Remoldeada/ Remolded	
(3) Diámetro del Espécimen/ Diameter of Specimen	7.46	cm
(4) Area inicial del espécimen/ Inicial area of specimen	43.71	cm²
(5) Altura Inicial del espécimen/ Initial height of specimen	11.71	cm
(6) Relación Alto - diámetro/ Relation Height- Diameter	1.57	
(7) Volumen del espécimen/ Volume of specimen	511.83	cm³
(8) Masa del Espécimen/ Mass of specimen	988.50	g.
(9) Peso unitario húmedo del espécimen/ Wet unit weight of specimen	1.93	g/cm³
(10) Contenido de agua del espécimen/ Water content of specimen	16.93	%
(a.) Tara N°/ Tare Nº		
(b.) Peso de suelo húmedo + tara/ Mass of wet soil+can	1135.40	g.
(c.) Peso de suelo seco + tara/ Mass of dry soil+can	988.10	g.
(d.) Peso de la tara/ Mass of can	118.30	g.
(e.) Peso del agua/ Mass of water	147.30	g.
(f.) Peso del suelo seco/ Mass of dry soil	869.80	g.
(g.) Contenido de agua/ Water content	16.90	%
(11) Peso unitario seco del espécimen/ Dry unit weight of specimen	1.65	g/cm³

[A] Información del Especímen (Después de la Consolidación)/ Specimen Data (After Consolidation)

(1) Presión Efectiva de La Cámara/ Chamber consolidation pressure	2.04	kg/cm²
(2) Presión de La Cámara/ Cell Pressure	3.31	kg/cm²
(3) Contra Presión/ Back pressure	1.27	kg/cm²
(4) Parámetro B/ Parameter B	100.00	
(5) Volúmen Consolidado/ V olume of specimen after consolidation (V_c)	500.93	cm³
(6) Area de Muestra Después de la Consolidación/ Area of specimen after consolidation (A_c)	43.09	cm²
(7) Altura de la Muestra Después de la Consolidación/ Lenght of specimen after consolidation (L_c)	11.54	cm

OBSERVACIONES/REMARKS:

ENSAYADO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA — REVISADO POR/ REVIEWED BY: R. GOMEZ

COMPILADO POR/ COMPILATED BY: R. GÓMEZ — PRESENTADO POR/ PRESENTED BY: R. GOMEZ

~~1152~~ 1153

TECNILAB, S. A. FUNDADA EN 1974
UNA EMPRESA DE GEOSERVICIOS Y ABOC, S. A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO TRIAXIAL CU/ TRIAXIAL COMPRESSION TEST CU (ASTM D 4767)

F-062

Página/Page:
8 de 8

TRABAJO No/ JOB No. 3-1972 HOYO No / BOREHOLE No. TP-16 Sample No. 1,2 Especimen N°. : 3
PROYECTO/ PROJECT: CERRO QUEMA
LOCALIZACION/ LOCATION: CERRO QUEMA
CLIENTE/ CLIENT: CERRO QUEMA FECHA/ DATE : 16-dic-13
DESCRIPCION/ DESCRIPTION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA CON GRAVA
ENSAYO POR/ TESTED BY: C. CÓRDOBA PROFUNDIDAD/ DEPTH : 3.50

(1) Presión en la cámara del espécimen probado/ Consolidation pressure on test specimen, σ_3 3.31 kg/cm^2
(2) Esfuerzo axial promedio/ Rate of axial strain 0.1 cm/min
(3) Altura de La Muestra Después de Consolidación/ Height of specimen after consolidation L_c, 11.54 cm.
(4) Area de La Muestra Después de Consolidación/ Area of specimen after consolidation A_c 43.09 cm^2

Tiempo/ Time (min)	Deformación/ Deformation Δ L(cm)	Deformación Axial/ Axial Strain	Area de la Sección transversal/ Cross Sectional Area	Carga Axial aplicada/ Applied Axial Load (kg)	Carga Axial Unitaria (esfuerzo desviador)/ Unit Axial Load (Deviator Stress) kg/cm^2	Presión de Poros/ Pore Pressure(kg/cm^2)
(1)	(2)	(3) = $\frac{\Delta L}{L_c}$	(4) = $\frac{A_c}{1-\epsilon}$	(5)	(6) = $\frac{(5)}{(4)}$	(7)
	0.000	0.000	43.09	0.000	0.00	1.27
	0.025	0.002	43.18	47.864	1.11	1.35
	0.051	0.004	43.28	63.364	1.46	1.59
	0.102	0.009	43.47	73.364	1.69	1.64
	0.178	0.015	43.76	106.273	2.43	1.67
	0.254	0.022	44.06	127.000	2.88	1.72
	0.381	0.033	44.56	168.545	3.78	1.73
	0.508	0.044	45.07	211.773	4.70	1.76
	0.762	0.066	46.13	238.091	5.16	1.77
	1.016	0.088	47.24	259.500	5.49	1.78
	1.270	0.110	48.41	272.773	5.63	1.79
	1.524	0.132	49.64	277.409	5.59	1.80
	1.778	0.154	50.93	281.091	5.52	1.80
	2.032	0.176	52.29	282.227	5.40	1.80
	2.286	0.198	53.73	281.955	5.25	1.80
	2.794	0.242	56.85	281.045	4.94	1.80

Esfuerzo principal menor (Presión de confinamiento)/ Minor principal stress , $\sigma 3$) 3.31 kg/cm^2
Carga axial unitaria al fallar/ Unit axial load at failure, Δp 5.63 kg/cm^2
Esfuerzo principal mayor al fallar / Major principal stress at failure $\sigma 1 = \sigma 3 + \Delta$ p 8.95 kg/cm^2
Presión de poros al momento de fallar/ Pore pressure corresponding to unit axial load at failure μ_f 0.52 kg/cm^2
Esfuerzo principal menor Efectivo/ Minor principal effective stress $\sigma_3 = \sigma_3 - \mu_f$ 2.79 kg/cm 274 kPa
Esfuerzo principal mayor Efectivo/ Major principal Effective Stress $\sigma_1 = \sigma_1 - \mu_f$ 8.43 kg/cm 826 kPa

PRUEBAS DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES (LA)

~~H33~~
1154

TECNILAB, S. A.
UNA EMPRESA E BARRANCO Y ASOC. S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1972

RESISTENCIA A LA DEGRADACION DE TAMAÑO PEQUEÑO - AGREGADO GRUESO POR ABRASION E IMPACTO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES/ RESISTANCE TO DEGRADATION OF SMALL SIZE - COARSE AGGREGATE BY ABRASION AND IMPACT IN THE ANGELS MACHINE
ASTM C 131

F-097

Area/Area: **Pruebas y Ensayos / Text and Trials**

Página/Page: **1 de/of 1**

TRABAJO No/JOB #:	3-1972	CLIENTE/CLIENT:	Minera Cerro Quema	MUESTRA/ SAMPLE:	OQ-PQ-01
PROYECTO/PROJEC	Minera Cerro Quema			MATERIAL/MATERIAL	ROCA
UBICACIÓN/LOCATIC	Perchinco Cerro Quema			FUENTE/SOURCE:	*****
MUESTREADO POR /SAMPLED BY:	Minera Cerro Quema	FECHA/DATE:	—	LABORATORISTA/ TECHNICIAN :	——
ENSAYADO POR/ TESTED BY:	TECNILAB S.A	FECHA/DATE:	19-nov-13	LABORATORISTA/ TECHNICIAN :	F. Umaña

DATOS/DATE

No. DE ESFERAS/ NUMBER OF SPHERES: 12 — DIAMETRO/ DIAMETER: 1 13/16" — PESO/ MASS: 5000 — REVOLUCIONES/ REVOLUTION: 500

TAMAÑO DE TAMICES/SIEVE SIZE		PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA/ ORIGINAL SAMPLE MASS (g)
PASA/PASS	RETENIDO EN /RETAINED IN	
1 1/2"	1"	1250.00
1"	3/4"	1250.00
3/4"	1/2"	1250.00
1/2"	3/8"	1250.00
		5000.00

a) Peso Original de La Muestra/ Original Sample Mass: 5000.00 g

b) Peso del Material Retenido en el Tamiz No. 12/ Mass of Material Retained on the No. 12 Sieve: 3167.00 g

c) Pérdida de Peso (a-b)/ Mass Loss (a-b): 1833.00 g

d) Porcentaje de Desgaste/ Abrassion Percentage: **36.66** %

Revoluciones por Minuto/ Revolutions per Minute: 33

Gradación de Muestra para Pruebas/ Sample Gradation for Testing: "A"

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST

Equipo/Equipment:	BALANZA	Serie/Serial:	541	Equipo/Equipment:	MAQUINA DE LOS ANGELES	Serie/Serial:	631
Equipo/Equipment:	—	Serie/Serial:	—	Equipo/Equipment:	——	Serie/Serial:	——

Observaciones /Remarks:

COPILADO POR/COMPILED BY: E. VALDEZ

REVISADO POR /REVIWED BY: L. NAVARRO

PRESENTADO POR / PRESENTED BY: L. NAVARRO

PRUEBAS COMPRESIVA NO CONFINADA

TECNILAB, S.A.
UNA EMPRESA E. BARRANCO Y ASOC., S.A.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
FUNDADA EN 1973

Area/Area:
Pruebas y Ensayos / Test and Trials

ENSAYO DE CARGA PUNTUAL/ POINT LOAD TEST (PLT) ASTM D 5731

F-086

Página/Page: 1 de/of 1

TRABAJO No./JOB No.: 3-1972 PROYECTO/PROJECT: Mina de Cobre Panamá SONDEO/HOLE: —

CLIENTE/CLIENT: Minera Cerro Quema MUESTRA/SAMPLE: Roca OQ-PQ-01

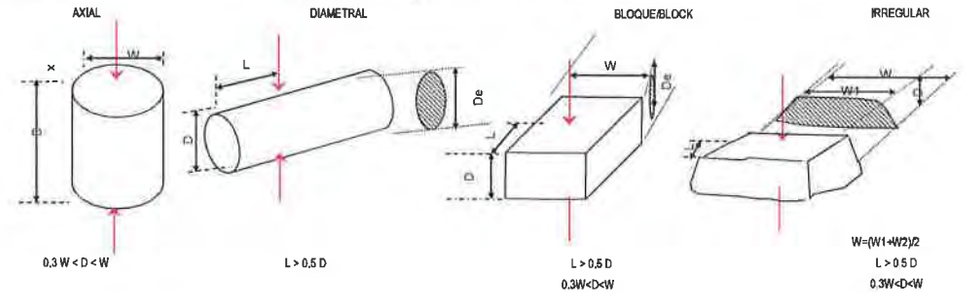
LOCALIZACION/LOCALIZATION: Parachimco Cerro Quema MATERIAL/MATERIAL: Roca OQ-PQ-01

MUESTREADO POR/SAMPLED BY: Mina de Cobre Panamá FECHA/DATE: — LABORATORISTA/TECHNICIAN: —

ENSAYADO POR/ TESTED BY: Tecnilab s.a FECHA/DATE: 20-nov-13 LABORATORISTA/TECHNICIAN: F. Urueña

DETERMINACION DE INDICE DE CARGA PUNTUAL/ DETERMINATION OF POINT LOAD TEST

TESTIGO/ SAMPLE No.	HOYO/HOLE No.	PROFUNDIDAD/ DEPTH	ELEVACIÓN/ ELEVATION	TIPO DE PRUEBA/ TYPE OF SAMPLE	W mm	D mm.	P KN	De² mm²,	De mm.	Is MPa	DESIGNACION DE ROTURA / DESIGNATION	COMPRESION AXIAL / AXIAL COMPRESSION (kg/cm2)
1			—	B	63	42.00	13.6	3368.99	58.04	4.04	VERY HIGH	879.50
2			—	B	63	42.00	10.6	3368.99	58.04	3.13	VERY HIGH	681.76



OBSERVACIONES/ REMARKS

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA / EQUIPMENT USED FOR THE TEST

Equipo/Equipment:	CARGA PUNTUAL	Serie/Serial:	111	Equipo/Equipment	—	Serie/Serial	—
Equipo/Equipment:	—	Serie/Serial:	—	Equipo/Equipment	—	Serie/Serial	—

COMPILADO POR/COPILATED BY: E. VALDEZ

REVISADO POR /REVIEWED BY: L. NAVARRO

PRESENTADO POR / PRESENTED BY: L. NAVARRO

1155

APÉNDICE D
EVALUACIÓN DE PELIGROS SÍSMICOS

#55 1156

MEMORÁNDUM TÉCNICO

Fecha:	20 de enero de 2014	**Número de Proyecto:**	1300709
A:	Gene Tortelli, Chris MacMahon	**Compañía:**	Golder Associates Inc.
De:	Donald Lowry, Alan Hull		
cc:		**Email:**	dlowry@golder.com

ASUNTO: REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS SÍSMICOS DEL CERRO QUEMA

Este Memorándum Técnico presenta los resultados de una evaluación preliminar de los riesgos sísmicos completado por Golder Associates Inc. (Golder) para Pershimco Resources Inc. (PRO) en el sitio del Proyecto Cerro Quema en Panamá.

1.0 INTRODUCCIÓN

PRO ha contratado a Golder para realizar los estudios de ingeniería de pre-factibilidad para el sitio del proyecto Cerro Quema. Una porción de la evaluación de pre-factibilidad incluye un análisis sísmico y los parámetros para uso en un diseño preliminar para el sitio. Knight Piésold realizó una evaluación de riesgos sísmicos (SHA por sus siglas en inglés) para el Proyecto Cerro Quema en 2005 (KP, 2005). Su SHA se basa en métodos probabilistas y deterministas simplificados. Ellos recomendaron un valor de aceleración máxima del suelo (PGA por sus siglas en inglés) de 0.20 g para el diseño de las instalaciones propuestas del patio del lixiviación y botadero de roca estéril. Este valor de PGA representó el terremoto estimado de 100 años en el sitio. Este memorándum técnico proporciona una revaluación preliminar y una actualización del estudio de Knight Piésold en 2005.

1.1 Alcance de Trabajo

El alcance de trabajo de Golder para esta revisión de los riesgos sísmicos, con base en la oficina, para el sitio del Proyecto Cerro Quema incluye las siguientes tareas:

- Una revisión del análisis de los riesgos sísmicos preparado por Knight Piésold (2005).
- Una revisión de la ubicación y la magnitud de terremotos históricos alrededor de 500 km dentro del sitio.
- Identificar la ubicación y actividad de cualquiera de las fallas cuaternarias (últimos 1.8 millones de años) de la región alrededor de 100 km dentro del sitio.
- Estimar la aceleración horizontal máxima del suelo (PGA por sus siglas en inglés) para el sitio de terremotos en las fallas cuaternarias principales.
- Estimar la PGA en la ubicación especificada (7.555°N Latitud, 80.530°W Longitud) para los periodos de retorno de 475 y 2,475 años.
- Preparar un breve memorándum técnico que proporciona los parámetros recomendados para el diseño preliminar de la instalación en el sito del proyecto Cerro Quema.

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

2.0 ESCENARIO GEOLÓGICO Y TECTÓNICO REGIONAL

2.1 Escenario Geológico y Tectónico

El sitio del proyecto Cerro Quema se encuentra en el Región Los Santos del suroeste Panamá, aproximadamente a 100 kilómetros al sur de la ciudad de Panamá, como se muestra en la Figura 1. La Republica de Panamá se encuentra en un bloque rígido de corteza continental (Microplaca Panamá) al sur del Arco Volcánico de América Central (Kellogg y Vega 1995; Cowan 2001). La Microplaca de Panamá sobreyace las placas tectónicas oceánicas de subducción Cocos y Caribe; un límite de falla de rumbo sinestral se ha desarrollado entre la Microplaca Panamá y la placa Nazca Oceánica. Estos movimientos relativos de las placas son principalmente acomodadas por la deformación dentro del Cinturón Deformado del Sur de Panamá (SPDB por sus siglas en inglés, Figura 1). Unas fallas activas del Cuaternario están presentes dentro de la corteza superior entre la SPDB y la Península Azuero donde se ubica el sitio del proyecto Cerro Quema (Cowan et al., 1998). Debido a que la información sobre el tiempo de ruptura de las fallas de la superficie que son cartografiadas por o cerca de la Península Azuero es muy limitada, hemos considerado todas las fallas de edad del Cuaternario como una fuente sísmica potencialmente activa para esta evaluación.

El sito del Proyecto Cerro Quema se ubica a unos 18 km al noreste de la falla Azuero-Soná, dentro de un cinturón de rocas volcánicas y volcanoclásticas que es de unos 15 km de largo por 2 km de ancho. Estas rocas se cree que se correlacionan con la Formación Final del Cretácico Ocu del grupo regional Changuinola (Pershimco, 2013).

3.0 TERREMOTOS HISTÓRICOS Y FALLAS CUATERNARIAS

3.1 Terremotos Históricos

El sitio del Proyecto Cerro Quema se encuentra dentro de una región geológicamente y sísmicamente activa. La Provincia suroeste de Los Santos, en la Península Azuero, es adyacente a la margen sur tectónicamente activa de Panamá. Los registros instrumentales y escritos de finales del siglo 17 hasta 2013 indican que al menos 192 terremotos de magnitud de momento (**M**) ≥ 3.0 tuvieron epicentros ubicados cerca del sitio del Proyecto Cerro Quema con un área limitada de aproximadamente latitud 6 a 9° norte, y longitud 82° a 80° oeste (ISC-GEM catálogo). De estos terremotos, 172 eventos fueron reportados menores que de **M**5, catorce (14) entre **M**5 y **M**5.9, y siete entre **M**6 y **M**6.9. El terremoto más grande registrado cerca del sito fue **M**6.9 Terremoto Panamá Viejo que ocurrió el 2 de mayo de 1621, con un epicentro ubicado aproximadamente a 190 km al noreste del sitio (Figura 1). Se listan los terremotos históricos más significativos del sitio, incluyendo un evento aproximado de **M**6.7 a unos 15 km del sitio, en la Tabla 1.

Tabla 1: Terremotos Principales Históricos (M ≥ 6.0) Dentro de 150 km del Sitio del Proyecto Cerro Quema, Panamá

Año	Mes	Día	Latitud (°N)	Longitud (°W)	Magnitud (M)	Distancia del Sitio[1] (km)
1802	10	25	7.500	80.400	6.7	15
1943	5	2	6.825	80.330	6.8	83
1951	1	6	7.329	80.993	6.6	57
1960	3	28	7.388	81.878	6.3	150

Nota:
1. Ubicación del sitio del Proyecto Cerro Quema está a 7.549°N Latitud, 80.527°W Longitud en este estudio.

3.2 Fallas Cuaternarias

La evidencia de la presencia de fallas que han sido sísmicamente activas en el Periodo Cuaternario (los últimos 1.8 millones de años) es común en la región que rodea el sitio. Las varias fallas y zonas de fallas con una compensación demostrada de edad del cuaternario han sido cartografiadas dentro de un radio de 150 km del sitio del Proyecto Cerro Quema, con varias que podrían tener evidencia de ruptura de la superficie en la Época del Holoceno (últimos 10,000 años) (Tabla 2).

Tabla 2: Mayores Fallas Activas del Pleistoceno y Holoceno y el Terremoto Máximo Creíble Estimado (MCE por sus siglas en inglés) 150 km dentro del sitio del Proyecto Cerro Quema, Panamá

Falla o Zona de Falla (FZ)[1]	Identificación de Falla[1]	Distancia Aproximada del Sitio (km)[2]	Largo Total (km)[3]	Dirección/ Buzamiento de la Falla[4]	Sentido del Deslizamiento de la Falla[5]	El Más Reciente Desplazamiento Prehistórico[6]	Tasa de Deslizamiento Promedio Estimado (mm/año)[7]	EQ Máximo Creíble (MCE) (M_{max})[8]
Sin nombre	PA-11b	12	37	N71W/NE	Normal, oblicuo-normal	No se sabe. Probablemente Cuaternario (<1.6 Ma)	< 1	6.8
Azuero-Soná	PA-11a	18	197	N61W/NE	Deslizamiento hacia el rumbo, lateral izquierdo	Cuaternario (<1.6 Ma), posible Holoceno (<15 ka)	< 5[(b)]	7.5
Sin nombre	PA-11b	19	23.8	N71W/SW	Normal, oblicuo -normal	No se sabe. Probablemente Cuaternario (<1.6 Ma)	<1	6.7
Rio Flores	PA-10a	39	112	N75°E/NW	Normal, oblicuo -normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.2
Sur de Panamá	PA-21	57	516	N88W	Deslizamiento hacia el rumbo, lateral izquierdo	Holoceno o post-glacial (<15 ka)	> 5	7.7
Sin nombre	PA-10c	62	54	N48E/NW	Normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.1
Sin nombre	PA-10b	65	56	N71E/NW	Normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.0
Sin nombre	PA-10b	68	123	N71E/SE	Normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.3

Falla o Zona de Falla (FZ)[1]	Identificación de Falla[1]	Distancia Aproximada del Sitio (km)[2]	Largo Total (km)[3]	Dirección/ Buzamiento de la Falla[4]	Sentido del Deslizamiento de la Falla[5]	El Más Reciente Desplazamiento Prehistórico[6]	Tasa de Deslizamiento Promedio Estimado (mm/año)[7]	EQ Máximo Creíble (MCE) (M_{max})[8]
Sin nombre	PA-10d	80	37	N59E/SE	Normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	6.9
Cinturón Deformado del Sur de Panamá	PA-09	93	555	N74W/S	Transversal	Probablemente Holoceno o post-glacial (<15 ka)	1-5	7.5
Coiba Sur	PA-07b	98	138	N62W	Deslizamiento oblicuo normal, probablemente lateral izquierdo	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.3
Coiba Central	PA-07a	102	85	N64W	Deslizamiento oblicuo normal, probablemente lateral izquierdo	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.1
Sección Sin Nombre	PA-05b	141	60	N64W/NE	Deslizamiento normal hacia el rumbo, lateral izquierdo	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	7.1
Sección Sin Nombre	PA-06b	149	14	N50W/SW	Normal	Cuaternario (<1.6 Ma)	No se sabe	6.7

Notas:
1. Los nombre y las identificaciones de las falla y las zonas de fallas fueron tomadas de Cowan et al. (1998).
2. Distancia aproximada del mapa del sitio del Proyecto Cerro Quema (7.55529°N, 80.529998°W) a la traza de la falla sobreyacida sobe Google Earth™ (de Cowan et al., 1998)
3. El largo con base en los largos totales de las fallas y los segmentos de las fallas como indicado en Cowen et al., 1998.
4. Dirección y buzamiento de la Falla tomados de Cowan et al. (1998)
5. Sentido del deslizamiento de la falla tomado de Cowan et al. (1998)
6. Edad de los desplazamientos pre-históricos más recientes tomados de Cowan et al. (1998) y complementado con Cowan (2001) y comunicación personal con E. Gath (2013). ka = mil años; Ma = millón años.
7. Tasa promedio estimadas del deslazamiento tomados de Cowan et al. (1998). Los datos de Cowan (2001) se denota con [(b)].
8. Las magnitudes MCE fueron calculadas usando las relaciones de ruptura de falla vs. magnitud de terremoto de Wells y Coppersmith (1994), Anderson et al. (1996), y Hanks y Bakun (2002).

Las siguientes secciones proporcionan información sobre las fallas principales que se consideran capaces de generar un terremoto fuerte sacudiendo al sitio del Proyecto Cerro Quema.

3.2.1 Zona de Falla Azuero-Soná (PA-11a)

La zona de la falla Azuero-Soná se encuentra a unos 18 km al suroeste de la propuesta instalación del patio de lixiviación (HLF por sus siglas en inglés) en el sitio de la mina Cerro Quema (Figuras 1 y 2). La ruptura de la superficie más reciente para la zona de falla Azuero-Soná con dirección noroeste, lateral izquierdo, es estimada por Cowan et al. (1998) ser de edad Cuaternaria, pero puede ser del Holoceno y con intervalos de recurrencia de menos de 1,000 años para los eventos más grandes (MMax; Cowan, 2001). Gath (comunicación personal) también ha sugerido que la falla Azuero-Soná puede tener una tasa promedio de deslizamiento tan alta como de 10 mm/año. Se debe evaluar más la zona de la falla

Azuero-Soná con respecto a su potencial de ruptura de la superficie y a su generación de terremotos grandes en cualquier futuro análisis de riesgos sísmicos específicos del sitio.

3.2.2 Falla(s) Sin Nombre (PA-11b)

La Falla (s) PA-11b están cartografiadas como fallas normales con buzante nor-noreste y sur-sureste que son oblicuas a la falla Azuero-Soná y se funden con la falla en su extensiones occidentales (Figuras 1 y 2). Un terremoto generado por la falla de buzante norte puede ser ubicado 7 km dentro del sitio de la mina en su acercamiento más cercano.

3.2.3 Zona de Falla del Sur de Panamá (PA-21)

La zona de la falla del Sur de Panamá (SPFZ) está ubicada a unos 57 km al sur del sitio planeado Proyecto Cerro Quema. Esta forma parte del límite norteño del cinturón deformado del Sur de Panamá (SPDB por sus siglas en inglés, PA-09). Mientras el SPDB acomoda el acortamiento entre la Placa Nazca y el margen continental sur de Panamá, el SPFZ (en adición a la falla Azuero-Soná) toma un movimiento paralelo al límite a lo largo del istmo de Panamá (Cowan, et al. 1998).

Se estima por Cowan et al. (1998) que el movimiento más reciente de la zona de falla rumbo-deslizante, lateral izquierda del Sur de Panamá, es del Holoceno. Cowen et al. (1998) también atribuyeron algunos terremotos grandes recientes al SPFZ, de tal forma que la última ruptura de la superficie dentro de la zona de falla fuera de la costa pudiera haber ocurrido tan recientemente como en 1913.

3.2.4 Lineamiento Cerca del Sitio del Proyecto Cerro Quema

Durante la revisión por Golder de la imaginería disponible en Google Earth™, se observó un lineamiento estructural continuo bien desarrollado dentro del valle donde está el sitio de la HLF propuesta, aproximadamente 1 km al sur del Tajo La Pava. Los datos geofísicos proporcionados por PRO también indican una anomalía importante a lo largo de este lineamiento estructural. Corral et al. (2011) cartografió la Falla Río Joaquín a lo largo de la línea del lineamiento y anomalía geofísica. Mientras la Falla Río Joaquín ha sido cartografiada de la modelación estructural de los depósitos minerales y dentro de la geología del lecho de roca, no se sabe la edad del último desplazamiento de la falla superficial. Actualmente, hay pocos datos disponibles para evaluar las actividades de esta estructura geológica local importante, la que sí está activa sísmicamente, aumentará los riesgos sísmicos estimados para el sitio.

4.0 ANÁLISIS DETERMINISTA DE LOS RIESGOS SÍSMICOS

4.1 Método

Un análisis determinista de los riesgos sísmicos (DSHA por sus siglas en inglés) usa registros sísmicos históricos e instrumentales y datos geológicos para generar estimaciones discretas, de valor singular de los movimientos del suelo en el sitio. Se utilizan comúnmente estas estimaciones de valor solo en los análisis sísmicos y en el diseño de estructuras grandes que a veces son de misión crítica, tal como

presas de jales y embalses, patios de lixiviación y taludes del tajo. Típicamente, se usan los valores media para el análisis y diseño de estructuras que tenga baja consecuencia de falla, mientras que típicamente se usan los valores del 84º percentil para estructuras que tenga alta consecuencia de falla.

El DSHA usa el concepto de terremoto máximo creíble (MCE por sus siglas en inglés). El MCE es el terremoto más grande que parece posible a lo largo de una falla conocida o dentro de una provincia tectónica definida geográficamente, bajo el marco tectónico conocido o supuesto actualmente. Se da poca consideración al intervalo de recurrencia del terremoto, el que podría variar de al menos de cien años a más de diez mil años, dependiendo del ambiente geológico que rodea el sitio. Típicamente, una falla activa que se considera en un DSHA es una que ha demostrado una compensación dentro del Holoceno y/o Época del Pleistoceno Tardío (aproximadamente los últimos 130,000 años). Pocos datos son disponibles para evaluar las historias de las rupturas del Pleistoceno Tardío de las estructuras cartografiadas en la Península Azuero. Debido a que la Microplaca Panamá forma un margen tectónico que es activo sísmicamente y geológicamente, la falla y otras estructuras geológicas cartografiadas por Cowen et al. (1998) se asumen como las fallas sísmicamente capaces para el propósito de esta evaluación.

Como es típico en un DSHA, uno o más MCEs están especificados por la magnitud y ubicación con respecto al sitio. En las áreas que están activas tectónicamente como el sur de Panamá, se asumen que los terremotos importantes son generados por el movimiento a lo largo de las fallas cartografiadas, y por la parte de la falla más cercana al sitio del proyecto. Los lugares de los movimientos de suelo, normalmente están estimados por el desplazamiento a lo largo de una falla conocida, con una magnitud de MCE especificada (M_{max}), a una distancia de la fuente-al-lugar, y las condiciones del suelo del sitio.

4.2 Análisis Determinístico para Cerro Quema

Los valores PGA determinísticos para el sitio del Proyecto Cerro Quema fueron desarrollados en este estudio de la colección, revisión, y análisis de las ubicaciones de las 12 fallas activas cuaternarias (Figura 1). Seleccionamos las fallas cuaternarias para el DSHA porque hay pocos datos para distinguir entre las fallas activas del Holoceno, Cuaternario y Cuaternario Tardío. Muchas de las fallas tienen suficiente información para identificarlas solamente como del Cuaternario, aunque un estudio más detallado podrá indicar actividad más reciente.

La Tabla 2 lista los valores MCE de cada una de las 12 fuentes de falla que son medias aritméticas de valores de magnitud calculadas como una función de varios parámetros de falla tales como el largo de la subsuperficie, ángulo de buzamiento, ancho y largo de la ruptura, desplazamiento de la falla, y tasa promedio del desplazamiento (Hanks & Kanamori, 1979; Wells & Coppersmith, 1994; Anderson et al., 1996; y Hanks & Bakum, 2002). Se calcularon los valores de PGA del sitio como la media geométrica de cuatro ecuaciones de predicción de movimientos del suelo (GMPE por sus siglas en inglés) desarrolladas

por Abrahamson & Silva (2008), Boore & Atkinson (2008) Campbell & Bozorgnia (2008) y Chiou & Youngs (2008). Estos GMPEs predicen las aceleraciones espectrales de los terremotos como función de la magnitud de terremotos, tipo de falla, distancia entre la fuente-al-lugar y las condiciones del suelo del sitio. La Tabla 3 lista los valores de PGA mediana y del 84° percentil que se esperan para los sitios de suelo denso y/o roca débil para estas 12 fallas activas.

Tabla 3: Valores Estimados de Aceleración Máxima del Suelo (PGA) de las Fuente de Fallas Activas a unos 150 km (93 mi) dentro del Sitio del Proyecto Cerro Quema, Panamá

Falla o Zona de Falla (FZ)[1]	Identificación de la Falla[1]	Distancia Aproximada del Sitio del Proyecto (km)[2]	Terremoto Máximo Creíble (Mmax)[3]	Mediana PGA (50[a] percentil) (g)[4]	Mediana PGA + 1σ (84[a]percentil) (g)[4]
Sin nombre	PA-11b	12	6.8	**0.24**	**0.41**
Azuero-Soná	PA-11a	18	7.5	**0.20**	**0.34**
Sin nombre	PA-11b	19	6.7	**0.12**	**0.21**
Rio Flores	PA-10a	39	7.2	0.08	0.14
Sur de Panamá	PA-21	57	7.7	0.09	0.15
Sin nombre	PA-10c	62	7.1	0.05	0.08
Sin nombre	PA-10b	65	7.0	0.04	0.07
Sin nombre	PA-10b	68	7.3	0.05	0.08
Sin nombre	PA-10d	80	6.9	0.03	0.06
Cinturón Deformado de Panamá Sur	PA-09	93	7.5	0.05	0.08
Coiba Sur	PA-07b	98	7.3	0.04	0.07
Coiba Central	PA-07a	102	7.1	0.03	0.06
Sin nombre	PA-05b	141	7.0	0.02	0.03
Sin nombre	PA-06b	149	6.6	0.01	0.02

Notas:
1. Los nombres e identificaciones de las fallas y las zonas de falla fueron tomados de Cowan et al., 1998.
2. Distancia aproximada del mapa del sitio del Proyecto Cerro Quema (7.55529° N., 80.529998°W) a la traza de la falla sobreyacida sobe Google Earth™ (de Cowen et al., 1998)
3. El largo con base en los largos totales de las fallas y los segmentos de las fallas como indicado en Cowen et al., 1998.
4. Las magnitudes MCE fueron calculadas usando las relaciones de ruptura de falla vs. magnitud de terremoto de Wells y Coppersmith (1994), Anderson et al. (1996), y Hanks y Bakun (2002).

5.0 ESTIMACIONES PROBABILÍSTICAS DE PGA

El análisis probabilístico de los riesgos sísmicos (PSHA por sus siglas en inglés) es usado frecuentemente para estimar los movimientos sísmicos en regiones y en sitios (e.g., McGuire, 2004). El PSHA proporciona una estimación probabilística (frecuencia anual de excedencia) para los movimientos sísmicos especificados. Los movimientos sísmicos pueden ser estimaciones de PGA, como se requiere a menudo para los análisis de estabilidad de patio de lixiviación y presas, para las aceleraciones

espectrales (aceleraciones a una frecuencia especificada); como se utilizan comúnmente en la mayoría de los códigos de construcción moderna.

El PSHA desarrollado en 1999 por el Proyecto Global de Evaluación de los Riesgos Sísmicos (GSHAP, 1999) proporciona una estimación generalizada de PGA para todo el mundo. Los valores de PGA de los 475 años para el sitio del Proyecto Cerro Quema pueden ser interpretados de este mapa, y, también se pueden estimar los periodos de retorno de 2,475 años como el doble del valor de los 475 años. Los valores estimados de PGA se listan en la Tabla 4 a continuación.

Tabla 4: PGA de Roca Débil para Periodos de Retorno Seleccionados en el Sitio del Proyecto Cerro Quema, Panama[1]

Probabilidad de Excedencia (Años de Periodo de Retorno)	PGA (g)
10% en 50 años (**475**)	0.24
2% en 50 años (**2,475**)	0.48

Notas:
[1] Los valores fueron derivados usando el Mapa de Riesgos Sísmicos Globales de GSHAP 1999 para un sitio con $V_{s,30}$ de 760 m/seg a la ubicación 7.555°N, 80.530°W.
[2] El valor de PGA para el periodo de retorno de 2,475 años interpolado como dos veces el valor de PGA con un periodo de retorno de 475 años.

6.0 CONCLUSIONES

El sitio del Proyecto propuesto Cerro Quema se encuentra dentro de una región de relativamente alta actividad histórica de terremotos al norte del Cinturón Deformado del Sur de Panamá. Al menos 192 terremotos mayores de **M** 3.0 han ocurrido a unos 150 km dentro del sitio del proyecto desde finales del siglo 17. Hay 12 posibles fallas cuaternarias activas (<1.8 Ma) cartografiadas a 150 km dentro del sitio del proyecto, y 3 de ellas están ubicadas dentro de unos 40 km.

Un análisis determinístico de los riesgos sísmicos indica que las Fallas Sin Nombre (PA-11b) y la zona de fallas Azuero-Soná (PA-11a) son las fuentes de falla activa más importantes cartografiadas debido a que desarrollan los valores de PGA más grandes al sitio propuesto para el proyecto Cerro Quema. Los valores PGA tienen base en los terremotos de **M** 6.9 and **M** 7.5 de estas dos fuentes, respectivamente. Usando la media geométrica de cuatro GMPE ponderadas por igual, el valor de la media del PGA (50ª percentil) para afloramientos de roca/suelos muy densos ($V_{s,30}$ = 760 m/s) para el sitio son 0.24 g y 0.20 g para los terremotos de **M** 6.9 and **M** 7.0, respectivamente.

El análisis probabilístico del sitio indica un valor de PGA de alrededor de 0.24 g y 0.48 g para los periodos de retorno de 475 y 2,475 años, respectivamente. Los resultados del DSHA y el PSHA indican que la estimación de PGA para los 475 años y la estimación determinista media son equivalente a 0.24 g. Este valor de PGA es aproximadamente el 20% mayor de lo recomendado por Knight Piésold (2005) para el diseño de terremotos en el sitio.

Las discrepancias en el valor de PGA estimado entre este y los estudios anteriores indica que se debe dar más consideración al desarrollo del diseño del valor apropiado de PGA para el diseño de factibilidad y el diseño final en el sitio del proyecto. Se justifica un análisis más detallado debido al registro histórico de sacudimiento de fuertes terremotos, la ubicación de fallas importantes conocidas a unos 40 km dentro del sitio del proyecto, y el lineamiento observado 1 km al sur dentro del sitio propuesto de la mina. Este lineamiento a aproximadamente 1 km dentro del proyecto puede ser asociado con la Falla Río Joaquín, y debe ser evaluado por su ruptura de la superficie de la falla y su potencial de riesgo de sacudimiento de terremotos muy fuertes.

7.0 REFERENCIAS

Anderson, J.G., Wesnousky, S.G., and Stirling, M.W., 1996, Earthquake size as a function of fault slip rate: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 86, no. 3, p. 683-690.

Cowan, H., Machette, M.N., Haller, K.M. and Dart, R.L., 1998, Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Panama and its Offshore Regions, A project of the International Lithosphere Program Task Group II-2, Major Active Faults of the World, USGS OFR 98-779.

Cowan, H., 2001, Design earthquakes for the southeast area of the Canal Basin, Panama, Report no. HC-ACP-01, 28pp, issued March 23, 2001.

Gath, E., 2013, Comunicacion personal con respecto a la Falla Azuero-Soná, 11 Nov. 2013.

Giardini, D., Grunthal, G., Shedlock, K. and Zhang, P., 1999, Global Seismic Hazard Map, Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), available online at: http://www.seismo.ethz.ch/static/GSHAP/global/

Hanks, T.C.,and Bakun, W.H., 2002, A Bilinear Source-Scaling Model for M-log A Observations of continental Earthquakes Bulletin of the Seismological Society of America, v. 92, no. 5, p. 1841-1846.

Hanks, T.C. and Kanamori, H., 1979, Moment magnitude scale, Journal of Geophysical Research v.84, no. B5, p. 2348–2350

ISC-GEM, 2013. International Seismological Center Global Earthquake Model Catalog. Version 1.03, dated June 11, 2013. Available at http://www.isc.ac.uk/

Kellogg, J.N. and Vega, V., 1995, Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: Constraints from global positioning system geodetic studies and gravity, Geological Society of America Special Paper 295.

Knight Piésold, 2005, Cerro Quema Project, Seismic Hazard Assessment, Prepared for RNC Gold, Inc., Project DV20200018.02, dated February 1, 2005.

McGuire, R., 2004, Seismic Hazard and Risk Analysis, Earthquake Engineering Research Institute, MNO-10.

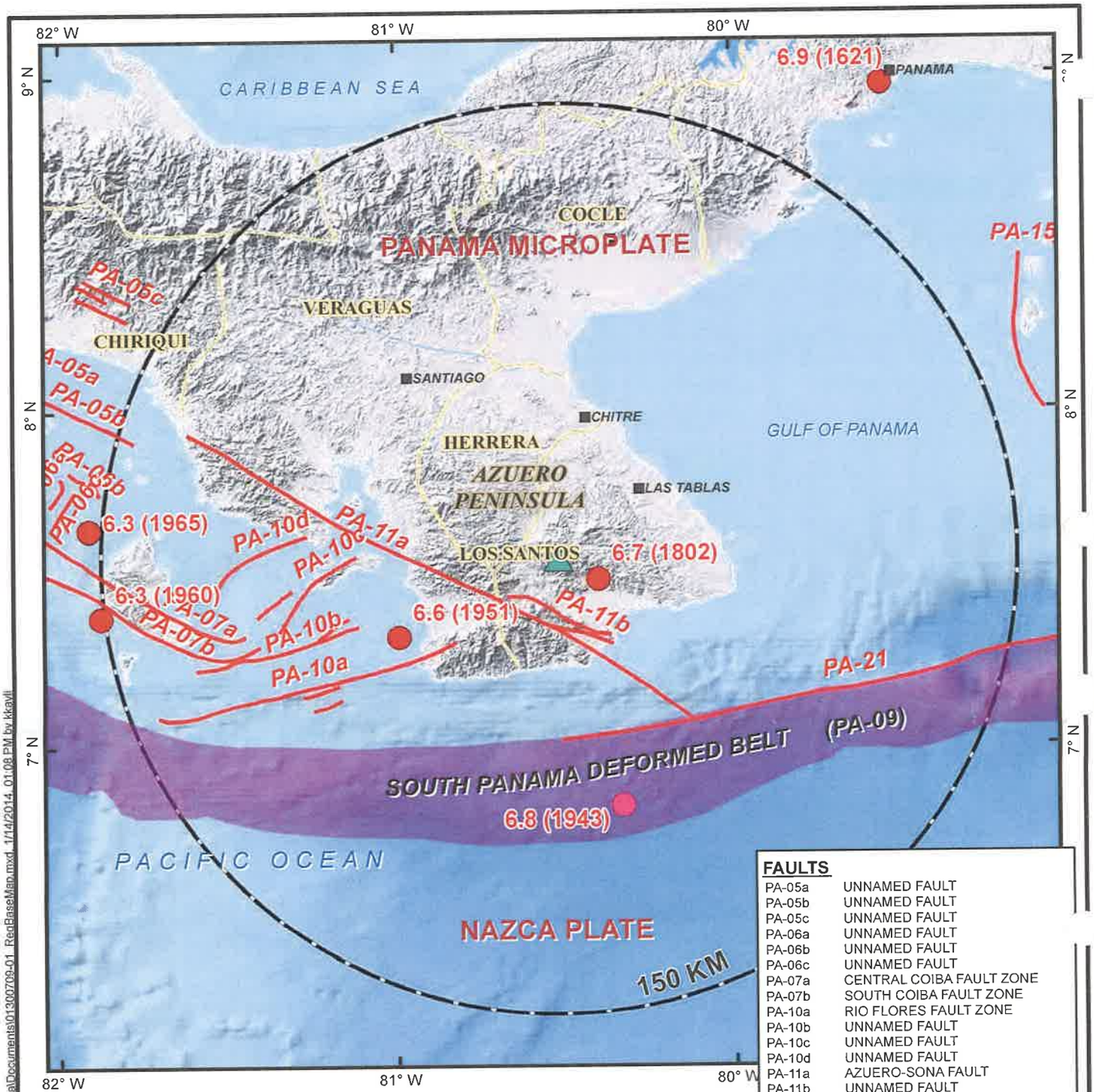
PERSHIMCO Resources Inc., 2013. Fact Sheet available at http://www.pershimco.ca/s/FactSheet.asp dated July 2013.

P & E Consultants, 2012. Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Cerro Quema Project, Los Santos Province, Panama, Report N°251 prepared for PERSHIMCO Resources Inc., dated November 2, 2012.

Scott Wilson Roscoe Postle Associates Inc., 2010. Technical Report on the Cerro Quema Project, Panama prepared for PERSHIMCO Resources Inc., dated September 10, 2010.

Wells, D.L.,and Coppersmith, K.J., 1994, New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, Bulletin of the Seismological Society of America, v. 84, no. 4, p. 974-1002.

FIGURAS



FAULTS	
PA-05a	UNNAMED FAULT
PA-05b	UNNAMED FAULT
PA-05c	UNNAMED FAULT
PA-06a	UNNAMED FAULT
PA-06b	UNNAMED FAULT
PA-06c	UNNAMED FAULT
PA-07a	CENTRAL COIBA FAULT ZONE
PA-07b	SOUTH COIBA FAULT ZONE
PA-10a	RIO FLORES FAULT ZONE
PA-10b	UNNAMED FAULT
PA-10c	UNNAMED FAULT
PA-10d	UNNAMED FAULT
PA-11a	AZUERO-SONA FAULT
PA-11b	UNNAMED FAULT
PA-15	UNNAMED FAULTS EAST OF THE PANAMA DEFORMED BELT
PA-21	SOUTHERN PANAMA FAULT ZONE

LEGEND

PROJECT SITE LOCATION

CITY

EPICENTERS

MAGNITUDE (YEAR OF EARTHQUAKE)

6.3 (1960)

PA-11b REGIONAL FAULTS AND FAULT INDINTIFICATION FROM COWAN ET AL., 1998 (SEE NOTE 3)

N

40 0 40

KILOMETERS

REFERENCES

1. COORDINATE SYSTEM: NAD 1983 UTM Zone 17N

2. INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER GLOBAL EARTHQUAKE MODEL CATALOG (ISC-GCM)

3. USGS MAP AND DATABASE OF QUATERNARY FAULTS AND FOLDS IN PANAMA AND ITS OFFSHORE REGIONS (COWEN ET AL,1998)

PROJECT CERRO QUEMA PROJECT - PRE-FEASIBILITY STUDY
PERSHIMCO RESOURCES INC.
AZUERO PENINSULA, PANAMA

TITLE
MAJOR REGIONAL TECTONIC STRUCTURES AND LARGE HISTORICAL EARTHQUAKES > M6.0

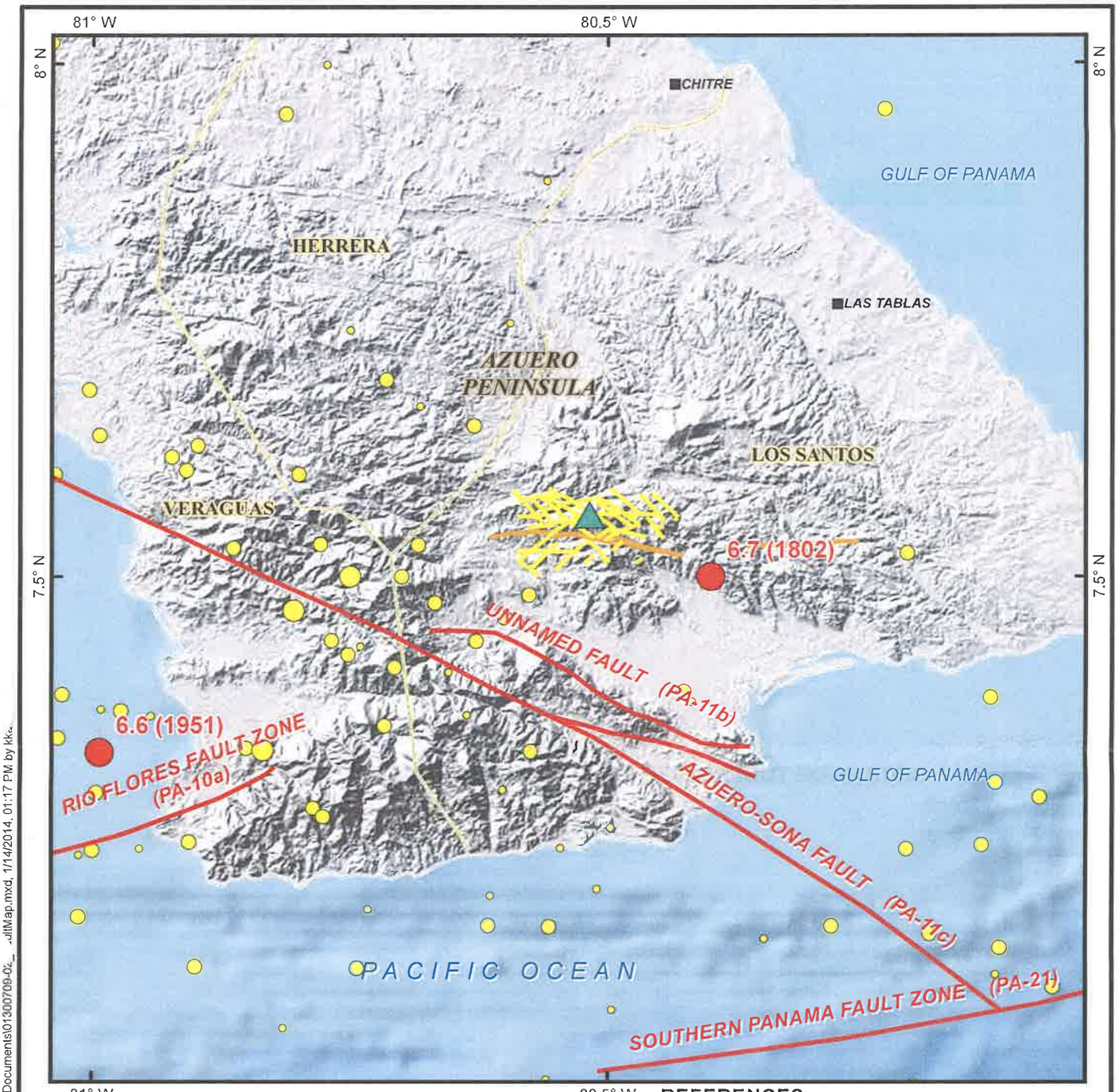
Golder Associates

PROJECT NO 013-00709			FILE No 01300709-01_RegBaseMap.mxd	
DESIGN	DL	11/8/2013	SCALE: AS SHOWN	REV. 0
GIS	KJK	1/14/2014		
CHECK	CV	11/8/2013		
REVIEW	DL	11/8/2013		

FIGURE 1

M:\Projects\OLD Projects\013-Jobs\013-00709 Cerro Quema Mine\GIS Data\Documents\01300709-01_RegBaseMap.mxd 1/14/2014 01:08 PM by kkaya

~~Hot~~ 1162



LEGEND

- PROJECT SITE LOCATION
- CITY
- CLIENT-PROVIDED STRUCTURE BASED ON GEOPHYSICAL STUDY (2012)
- LINEAMENT SOUTH OF PROJECT SITE (GAL 2013)
- KNOWN QUATERNARY ACTIVE FAULTS FROM COWEN ET AL. (1998)

EPICENTERS

MAGNITUDE

- < 4.0
- 4.0 - 4.9
- 5.0 - 5.9
- > 6.0 MAGNITUDE (YEAR OF EARTHQUAKE)

6.3 (1960)

N

10 0 10 KILOMETERS

REFERENCES

1. COORDINATE SYSTEM: WGS 1984 UTM Zone 17N
2. INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER GLOBAL EARTHQUAKE MODEL CATALOG (ISC-GCM)
3. USGS MAP AND DATABASE OF QUATERNARY FAULTS AND FOLDS IN PANAMA AND ITS OFFSHORE REGIONS (COWEN ET AL,1998)

PROJECT
CERRO QUEMA PROJECT - PRE-FEASIBILITY STUDY
PERSHIMCO RESOURCES INC.
AZUERO PENINSULA, PANAMA

TITLE
PRIMARY QUATERNARY FAULTS AND HISTORICAL EARTHQUAKES SURROUNDING THE PROJECT SITE

Golder Associates

PROJECT NO. 013-00709			FILE No. 01300709-02_FaultMap.mxd	
DESIGN	DL	11/8/2013	SCALE: AS SHOWN	REV. 0
GIS	KJK	1/14/2014		
CHECK	CV	11/8/2013		
REVIEW	DL	11/8/2013		

FIGURE 2

M:\Projects\OLD Project_ Jobs\013-00709 Cerro Quema Mine\GIS Data\Documents\01300709-02_ ...ultMap.mxd, 1/14/2014, 01:17 PM by kk...

APÉNDICE E
SISTEMA DE TUBERÍAS DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN POR GRAVEDAD

APÉNDICE E1
CÁLCULOS DE MEDICIÓN DE LA TUBERÍA DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN POR GRAVEDAD

Fecha:	Enero de 2014	**Hecho por:**	CMJ
Número de Proyecto:	1300709	**Comprobado por:**	CJM
Asunto:	Cálculos de Medición de la Tubería de Colección de Solución por Gravedad	**Revisado por:**	GRT
Título Corto del Proyecto:	Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto Cerro Quema		

1.0 Objetivos

Los siguientes objetivos se basan en las condiciones de diseño final del la HLF de Pershimco a una altura máxima de la pila de 75 metros sobre el recubrimiento:
- Calcular la capacidad máxima de la Tubería de Colección Terciaria de Corrugada de Polietileno (CPE) a 100 mm con una pendiente de diseño mínima de 1% y 20%
- Calcular la longitud máxima de la Tubería Terciaria de Colección de CPE de 100 mm con una pendiente mínima de diseño para la tuberías de 1% y 20%
- Calcular la capacidad máxima de las tuberías de colección secundarias con base en las pendientes relativas del patio
- Calcular la longitud total de las tuberías de contribución de colección terciarias de un dado diámetro y calificación DR de tubería de colección secundaria

2.0 Referencias

A - Gupta (2001), *Hydrology and Hydraulic Systems (Hidrología y Sistemas de Hidráulica)* , Ram S. Gupta, Waveland Press, Inc., Edición Segundo, 2001. Página 541, Ecuación 10.14.

B - McWhorter, D.B. and D.K. Sunada, 1997 *Ground Water Hydrology and Hydraulics (Hidrología de Agua Superficial e Hidráulica)*

3.0 Descripción del Proyecto

Ver el reporte para la descripción detallada del proyecto y el diseño propuesto.

4.0 Cálculos de Capacidad de Tubería

Fórmula de Manning para Flujo por Gravedad (Referencia A):

$$Q = \frac{1.486A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q (flujo, cfs) =	Varía	
A (Área de Flujo, ft²) =	Varía	
R (Radio hidráulico, ft) =	Varía	
S_1 (Inclinación de la Tubería, %) =	1.0%	(Pendiente mínima de diseño)
S_{20} (Inclinación de la Tubería, %) =	20.0%	
n_{CPE} (Coeficiente de Rugosidad de Manning) =	0.012	(Asumido para solamente el CPE)
n_{HDPE} (Coeficiente de Rugosidad de Manning) =	0.017	(Asumido para las tuberías envejecidas y escaladas)
Reducción del Diámetro de Flujo Debido al Escalamiento (mm) =	1.0	(Asumido solamente para el escalamiento en HDPE)

5.0 Capacidad de Flujo del Sistema de Tuberías de Colección de Solución

5.1 Capacidad de Flujo del Sistema de Tubería de Colección de Solución con una Pendiente de la Tubería de 1.0%

Tipo de Tubería de Colección	Diámetro Interior de la Tubería Nueva (in)	Diámetro Interior Reducido de la Tubería Vieja (in)	Área Reducida (ft²)	Radio Hidráulico Reducido (ft)	Flujo Completo Reducido Q (m³/hr)	Flujo de Medio Lleno Q (m³/hr)
100 mm CPE	4.1	4.1	0.09	0.09	22	11
250 mm CPE	9.9	9.9	0.53	0.21	236	118
250 mm HDPE DR11	8.7	7.7	0.32	0.16	84	-
250 mm HDPE DR17	9.4	8.4	0.39	0.18	108	-
300 mm HDPE DR11	10.3	9.3	0.47	0.19	140	-
300 mm HDPE DR17	11.2	10.2	0.56	0.21	178	-
450 mm HDPE DR11	14.5	13.5	1.00	0.28	383	-
450 mm HDPE DR17	15.8	14.8	1.19	0.31	482	-
600 mm HDPE DR11	19.4	18.4	1.84	0.38	865	-
600 mm HDPE DR17	21.0	20.0	2.18	0.42	1,085	-

5.2 Capacidad de Flujo del Sistema de Tubería de Colección de Solución con una Pendiente de la Tubería de 20.0%

Tipo de Tubería de Colección	Diámetro Interior de la Tubería Nueva (in)	Diámetro Interior Reducido de la Tubería Vieja (in)	Área Reducida (ft²)	Radio Hidráulico Reducido (ft)	Flujo Completo Reducido Q (m³/hr)	Flujo de Medio Lleno Q (m³/hr)
100 mm CPE	4.1	4.1	0.09	0.09	100	50
250 mm CPE	9.9	9.9	0.53	0.21	1,053	527
250 mm HDPE DR11	8.7	7.7	0.32	0.16	378	-
250 mm HDPE DR17	9.4	8.4	0.39	0.18	481	-
300 mm HDPE DR11	10.3	9.3	0.47	0.19	628	-
300 mm HDPE DR17	11.2	10.2	0.56	0.21	797	-
450 mm HDPE DR11	14.5	13.5	1.00	0.28	1,711	-
450 mm HDPE DR17	15.8	14.8	1.19	0.31	2,155	-
600 mm HDPE DR11	19.4	18.4	1.84	0.38	3,868	-
600 mm HDPE DR17	21.0	20.0	2.18	0.42	4,854	-

Golder Associates

CÁLCULOS

Fecha:	Enero de 2014	**Hecho por:**	CMJ
Número de Proyecto:	1300709	**Comprobado por:**	CJM
Asunto:	Cálculos de Medición de la Tubería de Colección de Solución por Gravedad	**Revisado por:**	GRT
Título Corto del Proyecto:	Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto Cerro Quema		

6.0 Cálculo de Espacio Máximo de las Tuberías Terciarias



Ecuación de Espacio entre las Tuberías de Colección de Drenaje (Referencia B):

$$L = \left[(H_{max}^2 - H_0^2) * \left(\frac{4k}{W} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

W (tasa máxima de aplicación de solución, l/hr/m²)	12.0
k (conductividad hidráulica de la capa de drenaje, cm/s)	1.00E-02
k (conductividad hidráulica de mineral, cm/s)	5.00E-03
H_{max} (cabeza hidráulica máxima permisible sobre el recubrimiento, mm)	600
H_0 (cabeza hidráulica sobre el recubrimiento a la tubería terciaria, mm)	0

Promedio de 350 mm entre las tuberías

Capa de Grava de Drenaje (Pendientes más planas que del 20%)

Espesor de la Capa de Drenaje(mm)	Conductividad Hidráulica de la Capa de Drenaje		Tasa de Aplicación de Solución		Espacio de Tuberías Terciarias L (m)	Espacio Máximo de Diseño, $L_{espacio}$ (m)
	k (cm/s)	k (ft/s)	W (l/hr/m²)	W (cfs/ft²)		
700	1.00E-02	3.28E-04	12.0	1.10E-05	7.7	5

Apilamiento directo de mineral (Pendientes más pronunciadas que del 20%)

Cabeza Máxima (mm)	Conductividad Hidráulica de la Capa de Drenaje		Tasa de Aplicación de Solución		Espacio de las Tuberías Terciarias L (m)	Espacio Máximo de Diseño, $L_{espacio}$ (m)
	k (cm/s)	k (ft/s)	W (l/hr/m²)	W (cfs/ft²)		
600	5.00E-03	1.64E-04	12.0	1.10E-05	4.6	4

7.0 Cálculo Máximo de Longitud de las Tuberías Terciarias

$$Q_{Diseño} = \frac{Q}{FS} \qquad L_{longitud} = \frac{Q_{diseño}}{W * L_{espacio}}$$

Donde:

7.1 Cálculo de Longitud Máxima de las Tuberías Terciarias con Pendiente de Tubería del 1%

Q (flujo máximo, m³/hr) =	22
$Q_{diseño}$ (flujo de diseño, m³/hr)	11
FS (factor de seguridad de reducción de flujo)	2
W (tasa máxima de aplicación de solución, l/hr/m²)	12.0
$L_{espacio}$ (espacio entre las tuberías terciarias, m)	5
$L_{longitud}$ (longitud máxima de tuberías terciarias, m)	**180**

7.2 Cálculos de Longitud Máxima de Tuberías Terciarias con Pendiente de Tubería del 20.0%

Q (flujo máximo, m³/hr) =	100
$Q_{diseño}$ (flujo de diseño, m³/hr)	50
FS (factor de seguridad para la reducción del flujo)	2
W (tasa máximum solución aplicación, l/hr/m²)	12.0
$L_{espacio}$ (espacio entre las tuberías terciarias, m)	4
$L_{longitud}$ (longitud máxima de tuberías terciarias, m)	**1,040**

Fecha:	Enero de 2014	**Hecho por:**	CMJ
Número de Proyecto:	1300709	**Comprobado por:**	CJM
Asunto:	Cálculos de Medición de la Tubería de Colección de Solución por Gravedad	**Revisado por:**	GRT
Título Corto del Proyecto:	Estudio de Pre-factibilidad del Proyecto Cerro Quema		

8.0 Número Máximo de Tuberías que Contribuyen a las Tuberías Secundarias y Primarias

8.1 Número Máximo de Tuberías que Contribuyen a las Tuberías Secundarias y Primarias con un Pendiente del 1%

Tamaño de Tubería de Colección	Capacidad Máxima (m^3/hr)	Máximo de Tuberías Terciarias	Longitud Total de Tuberías Terciarias (m)
100 mm CPE	11	1	180
250 mm CPE	118	10	1,889
250 mm HDPE DR11	84	7	1,354
250 mm HDPE DR17	108	9	1,726
300 mm HDPE DR11	140	12	2,253
300 mm HDPE DR17	178	15	2,858
450 mm HDPE DR11	383	34	6,135
450 mm HDPE DR17	482	42	7,729
600 mm HDPE DR11	865	77	13,872
600 mm HDPE DR17	1,085	96	17,409

8.1 Número Máximo de Tuberías que Contribuyen a las Tuberías Secundarias y Primarias con una Pendiente de Tuberías del 20.0%

Tamaño de Tubería de Colección	Capacidad Máxima (m^3/hr)	Máximo de Tuberías Terciarias	Longitud Total de Tuberías Terciarias (m)
100 mm CPE	50	1	1,040
250 mm CPE	527	10	10,914
250 mm HDPE DR11	378	7	7,823
250 mm HDPE DR17	481	9	9,970
300 mm HDPE DR11	628	12	13,015
300 mm HDPE DR17	797	15	16,510
450 mm HDPE DR11	1,711	34	35,447
450 mm HDPE DR17	2,155	42	44,656
600 mm HDPE DR11	3,868	77	80,152
600 mm HDPE DR17	4,854	96	100,583

APÉNDICE E2
CÁLCULOS DE INTERGRIDAD DE LAS TUBERÍA DE COLECCIÓN DE SOLUCIÓN POR GRAVEDAD

CÁLCULOS

Fecha: Enero de 2014 **Hecho por:** CMJ

Número de Proyecto.: 1300709 **Comprobado por:** CJM

Asunto: Cálculos de Integridad de las Tuberías de Colección de Solución por Gravedad **Revisado por:** GRT

Título Corto del Proyecto: Estudio de Pre-Factibilidad para Cerro Quema

1.0 Objetivos

Los siguientes objetivos se basan en las condiciones de diseño final de la HLF de Pershimco a una altura máxima de la pila de 75 metros sobre el recubrimiento de geomembrana:

- Comprobar el potencial de pandeo de la pared de las tuberías debajo de los jales usando la Ecuación de Von Mises (Referencia A)
- Estimar la deflexión total de las tuberías HDPE usando la Fórmula Modificada de Iowa (Referencia B) y la Ecuación Modificada de Spangler (Referencia A)

2.0 Referencias

A - PolyPipe (2005), *Design and Engineering Guide for Polyethylene Piping* (Guía de Diseño y Ingeniería para Tubería Polietileno)

B - ASCE (2001), *Guideline for the Design of Buried Steel Pipe (Pauta para el Diseño de Tubería de Acero Enterrado),* (publicado por www.americanlifelinesalliances.org), Julio 2001.

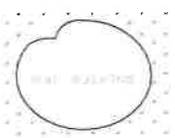
3.0 Descripción del Proyecto

Ver el Reporte de Diseño para una descripción detallada del proyecto y el diseño propuesto.

4.0 Cálculos de Integridad de la Tubería

4.1 Pandeo de la Pared de la Tubería

Para evaluar el potencial de las tuberías de deformarse a una manera irregular, se realizó un análisis de pandeo de pared.
La ecuación presentada a continuación calcula la resistencia crítica de pandeo de la tubería y se compara a la carga total en la tubería para determinar si la tubería se va a pandear.
Ecuación de Von Mises (Referencia A, páginas C-5 a C-8)



$$P_{cb} = \frac{1}{SF} \cdot \left(\frac{2.67 \cdot Rw \cdot B \cdot Es \cdot E}{DR^3} \right)^{1/2}$$

Donde:

$$B = \frac{1}{1 + 4e^{(-0.065H)}} \qquad R_w = 1 - \frac{h_w}{3H}$$

Deformación del Pandeo de la Pared
Toda la tubería (cálculos no incluyen el diámetro)

DR (relación de dimensión) =	**Varía**	
H (altura de la cobertura del suelo sobre la tubería, ft) =	varia	
B (coeficiente empírico de soporte elástico, sin dimensión) =	varia	
hw (altura de nivel freático de agua sobre la tubería, ft) =	varia	
Rw (factor de flotabilidad, sin dimensión =	varia	(~2.0, Referencia A)
FS (factor de seguridad) =	2.0	
E (módulo de la elasticidad de la tubería, psi) =	30000	
E_s (módulo de la reacción del suelo, psi) =	5000	
P_{cb} (resistencia de pandeo crítico, psi) =	varia	
Densidad del suelo (asumido, pcf) =	129	
Total de cargas vivas (psf) =	0	(Asumir ninguna carga viva)

Altura Máxima de Sobrecarga para Resistir el Pandeo de la Pared						
Calificación DR	**Altura de Sobrecarga (ft)**	**B**	**Rw**	**Resistencia Total (psi)**	**Pcb (con FS=2.0) (psi)**	**FS>2?**
11	**250**	1.00	0.67	224	225	yes
17	**130**	1.00	0.67	116	117	yes

Resultados/Conclusiones

La tabla anterior presenta la altura máxima de sobrecarga de mineral para la Clasificación-DR especificada.

Golder Associates

CÁLCULOS

Fecha: Enero de 2014 **Hecho por:** CMJ

Número de Proyecto.: 1300709 **Comprobado por:** CJM

Asunto: Cálculos de Integridad de las Tuberías de Colección de Solución por Gravedad **Revisado por:** GRT

Título Corto del Proyecto: Estudio de Pre-Factibilidad para Cerro Quema

4.2 Deflexión Vertical

Ecuación Modificada de Iowa (Referencia B, página 15)

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{D_l \cdot K \cdot P}{\left(\frac{(EI)_{eq}}{R^3} + 0.061E'\right)}$$

Ecuación Modificada de Spangler (Referencia A, página C-4)

$$\Delta x = \frac{D_l \cdot K \cdot W}{\left(\frac{2E}{3(DR-1)^3}\right) + 0.061E'}$$

Donde:

D_l (factor de retraso de deflexión) =	1.0	(Referencia A)
K (constante de suelo arcilloso) =	0.1	(Referencias A y B)
P (presión en la tubería debido a la carga del suelo, psi) =	varía	
W (carga de tierra por unidad de longitud de la tubería, lbs/in) =	varía	
E (módulo de elasticidad de la tubería, psi) =	30000	(largo plazo para PE3408 HDPE; Ref A)
E' (módulos de reacción del suelo, psi) =	5000	(Ver discusión a continuación)
Densidad del suelo (asumido, pcf) =	110	(Promedio asumido)

Tamaño de tubería IPS	varía	(Referencia B)
D (diámetro exterior de la tubería, in) =	varía	(Referencia B)
R (radio exterior de la tubería, in) =	varía	
DR (relación de dimensión) =	varía	
t (espesor de la pared, in) =	varía	(Referencia B)
I (momento de inercia, in^4/in) =	varía	
(EI) (rigidez de la pared de la tubería equivalente por unidad de longitud de la tubería en *lbs) =	varía	(=E*I)

Caracterización de Módulo del Suelo

La mayoría de los manuales de diseño de tuberías recomiendan un módulo de compresión del suelo con base al grado de compactación de los rellenos de tubería. Sin embargo, las curvas de tensión-deformación para suelos son por lo general no lineales y el módulo de compresión generalmente aumenta con la presión de sobrecarga correspondiente. Usando la Referencia B, un módulo de suelo conservador **módulo de suelo (E') fue asumido de ser de 5,000 psi**.

Un resumen de los cálculos usando ambos métodos se presenta a continuación, utilizando la altura máxima admisible de sobrecarga. Los resultados indican que los resultados de ambos métodos son muy cercanos:

Deflexiones Verticales Calculadas					
Diámetro y Tipo de Tubería	Altura Máxima de Sobrecarga (m)	Iowa Modificado		Spangler Modificado	
		%	in	%	in
24-inch DR11 HDPE	76	2%	0.4	2%	0.4
24-inch DR17 HDPE	40	1%	0.2	1%	0.2

Resultados/Conclusiones

Con base en las investigaciones actuales, para mantener la características de flujo, la deflexión de la corona debe ser menos del 15-20%.

Notas:

1. Un módulo constante de suelo fue utilizado para estos cálculos; el módulo puede aumentar cuando la presión de confinamiento aumenta; como resultado, las medidas reales de campo pueden ser menores que las deflexiones previstas/calculadas.
2. En el cálculo, ninguna deflexión retrasada fue considerada (para usar el factor de retraso de Dl de 1.0) Sin embargo, después de la instalación de la tubería, la deflexión vertical puede aumentar tanto como el 30 %, sobre un periodo de 40 años (Referencia 2).

APÉNDICE F
BALANCE DE AGUA Y MEDICIÓN DE LOS ESTANQUES DE PROCESO

MEMORÁNDUM

Fecha:	25 de mayo de 2014	**Número de Proyecto:**	1300709
A:	Archivo del trabajo	**Compañía:**	Golder Associates
De:	Chris MacMahon, Andrew Schaper		
cc:	Russ Browne, Gene Tortelli	**Email:**	
ASUNTO:	**BALANCE DE AGUA DE FLUJOS DE PROCESO DE LA INSTALACIÓN DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN MARICELA PARA EL PROYECTO CERRO QUEMA**		

1.0 OBJETIVO

Este memorándum técnico presenta la evaluación a nivel de pre-factibilidad de los requisitos de manejo de agua para la instalación propuesta del patio de lixiviación (HLF por sus siglas en inglés) Maricela al sitio del Proyecto Cerro Quema en Panamá. El Plano G2 de los Planos de Diseño muestra el arreglo general de las instalaciones propuestas. Golder Associates Inc. (Golder) ha identificado los siguientes requisitos para la instalación:

- Volumen de almacenamiento de los estanques
- Volumen de agua de reemplazo
- Tasas de la planta de tratamiento de agua

Para tratar con estos requisitos, Golder desarrolló un balance determinista del agua para la HLF propuesta que toma en cuenta las entradas tal como la lluvia y solución de lixiviación (que incluye agua de reemplazo) así como las salidas como la evaporación y pérdida de consumo debido a la humectación de mineral.

2.0 DADO

Una lista completa de los criterios de diseño se presentan en el Apéndice A del Reporte de Pre-Factibilidad. Lo siguiente es una lista de resumen de los factores que se obtuvieron de la lista de criterios de diseño y se utilizaron en nuestro análisis:

- Se obtuvieron las tasas de precipitación y evaporación de bandeja del Memorándum Técnico de Clima que se presenta en el Anexo A.
- Se aplicará la solución en la pila usando rociadores y emisores de goteo. Se utilizaron los emisores de goteo durante las condiciones del año seco.
- La HLF almacenará 20 millones de toneladas (Mt) de mineral.
- La tasa de aplicación de solución nominal de lixiviación es de 10 litros por hora por metro cuadrado (l/hr/m^2) y el caudal promedio de irrigación primaria utilizado en el modelo de balance de agua es de 583 m^3/hr. Se utilizó el caudal máximo de irrigación primaria de 700 m^3/hr para calcular el volumen de drenaje de 24 horas.
- El promedio de contenido de humedad del mineral como-sale-de-la-mina es del 5.8%.
- La retención específica del mineral es del 8.9 por ciento por peso seco.

- El tanque estéril contiene 525 m^3 de almacenamiento de agua

3.0 SUPOSICIONES

Se asumieron los siguientes factores:

- La capacidad de la Etapa 1 de la HLF será cerca de 4 millones de toneladas de mineral.
- El mineral se apilará en el patio a una tasa de 10,000 toneladas por día (tpd).
- El mineral se apilará y será lixiviado en el patio de lixiviación los 365 días al año.
- Las operaciones de lixiviación van a empezar el 1 de enero de 2016, para la Etapa 1 de la HLF
- La evaporación de la superficie inactiva de mineral se asume ser de un 75% de la tasa de evaporación de la bandeja - y se espera que la superficie entera del patio de lixiviación sea casi saturada en todo momento debido a la alta tasa mensual de precipitación.
- Se supone que la evaporación de toda la superficie de lixiviación activa sea de un 100 por ciento de la tasa de evaporación de la bandeja.
- Se supone que la evaporación de los estanques sea de un 70% de la tasa de evaporación de la bandeja.
- Se supone que la superficie la pila de mineral tiene un coeficiente de escorrentía de un 100 por ciento, ya que la superficie del mineral estará casi completamente saturada debido a las tasas altas de precipitación en la temporada de lluvia.
- Las áreas del patio de lixiviación que estén inactivas se asumen tener un número de curva del Servicio Nacional de Conservación de Recursos (NRCS por sus siglas en inglés) de 95 durante los eventos de tormenta de diseño. Se supone que las áreas de lixiviación activas y las áreas forradas expuestas del patio tengan un número de curva NRCS de 100.
- El contenido de humedad del mineral entregado tendrá un contenido de humedad ligeramente mayor en comparación a lo que sale de la mina debido a la adición de agua dulce de 1.2 m^3/hr a la trituradora para control de polvo.
- En condiciones climáticas húmedas, el contenido de humedad del mineral triturado como sale de la mina es del 7.8 % por peso seco.
- En condiciones climáticas secas, el contenido de humedad del mineral triturado como sale de la mina es del 3.8% por peso seco.
- El volumen de almacenamiento mínimo de solución rica de operación es el 10,000 m^3 en el estanque de solución rica (que corresponde a una profundidad de 3 m).
- El estanque de solución rica tendrá un volumen de almacenamiento adecuado debajo del margen libre (1 m debajo de la cresta) para contener la suma de lo siguiente durante condiciones climáticas típicas.
  - Un drenaje de 24 horas en el patio de lixiviación debido a un evento tal como la pérdida de electricidad - se asumió que Pershimco tendrá generadores de reserva de emergencia in-situ y bombas para reanudar el bombeo a una tasa de flujo total dentro de 24 horas.
  - Un volumen operacional igual al drenaje de 24 horas del patio de lixiviación para permitir que la planta opere por 24 horas en el evento de una cesación temporal de las actividades de lixiviación.

- 110% del volumen total del Tanque Estéril (600 m^3)

- El Estanque de Evento tendrá un volumen de almacenamiento adecuado abajo del margen libre (1 m debajo de la cresta) para contener la suma de lo siguiente durante condiciones climáticas típicas:
  - La acumulación de flujo promedio máximo en el Estanque de Evento. Se asume que toda la acumulación de flujos será transferido al Estanque de Evento, de este modo limitando el volumen de flujos en el Estanque de Solución Rica a 10,000 m^3 (volumen mínimo de operación del Estanque de Solución Rica).
- Los estanques de solución rica y de evento combinados tendrán un volumen de almacenamiento adecuado al vertedor invertido (0.5 m debajo de la cresta de los estanques) para contener la suma de lo siguiente durante condiciones climáticas típicas:
  - El evento de tormenta de 25 años, 24 horas de 148 mm cayendo al patio y estanques forrados (eventos de tormenta proporcionados en el criterio de diseño)
  - Un volumen operación igual al drenaje de 24 horas del patio de lixiviación para permitir que la planta opere por 24 horas en el evento de una cesación de actividades de lixiviación.
  - 110% del volumen total del Tanque Estéril (600 m^3)
  - Un drenaje de 24 horas en el patio de lixiviación debido a un evento tal como la pérdida de electricidad - se asumió que Pershimco tendrá generadores de reserva de emergencia in-situ y bombas para reanudar el bombeo a una tasa de flujo total dentro de 24 horas.
  - Una acumulación de flujo promedio máximo en el Estanque de Evento. Se asume que toda la acumulación de flujos será transferido al Estanque de Evento, de este modo limitando el volumen de flujos en el Estanque de Solución Rica a 10,000 m^3 (volumen mínimo de operación en el Estanque de Solución Rica).
- Serán utilizados rociadores para aplicar lixiviación a la pila. Los rociadores evaporativos flotantes realzados serán utilizados para evaporar los flujos de exceso a lo largo de las temporadas de lluvia y de secas para que así la planta de tratamiento no requiera su uso durante condiciones climáticas de un año típico. La pérdida máxima modelada para todas los evaporativos realzados combinados es el 25 m^3/hr, con base en los discusiones con Kappes, Cassiday, & Associates. Se presentan las tasas de evaporación de solución para la aplicación con rociador en la Tabla 1.

Tabla 1: Tasas de Evaporación de Rociadores

Mes	Tasas de Evaporación de Solución para Aplicación con Rociador (% Pérdida por la Tasa de Aplicación)
Enero	2.8
Febrero	2.3
Marzo	2.2
Abril	1.8
Mayo	1.1
Junio	1.0
Julio	1.8
Agosto	1.3
Septiembre	1.2
Octubre	1.2
Noviembre	1.6
Diciembre	2.4

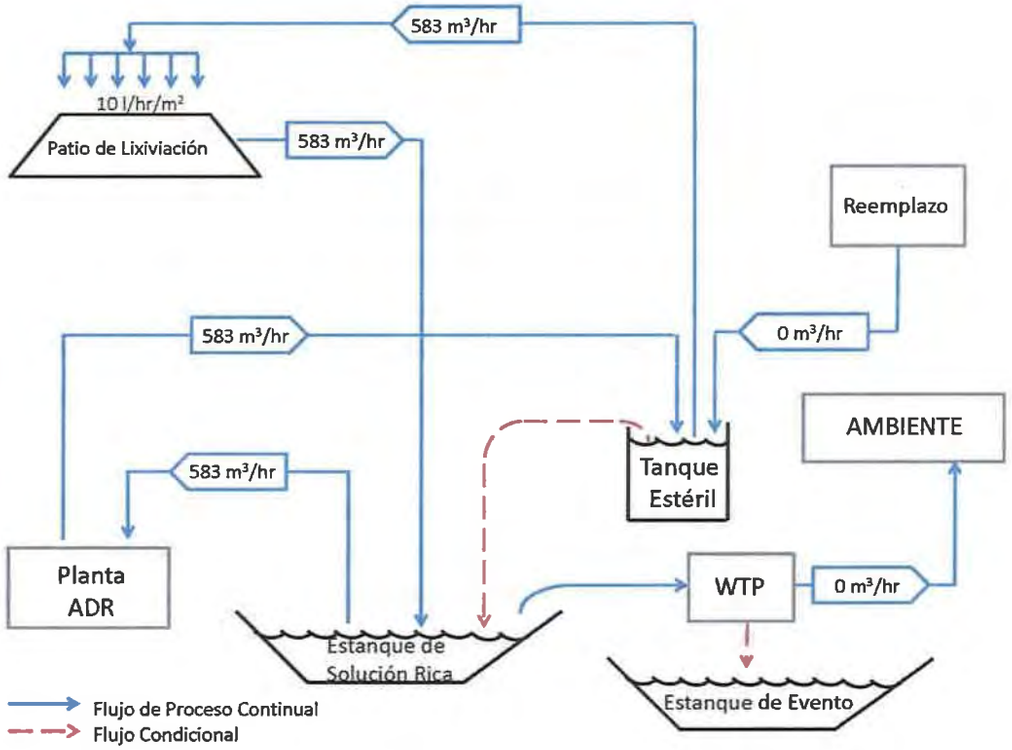
- En condiciones climáticas que son más secas de lo normal, se usarán los emisores de goteo para aplicar lixiviación a la pila. No se usaran los rociadores evaporativos flotantes para reducir las pérdidas de exceso debido a la evaporación realzada.
- Las áreas forradas con geomembrana de la HLF como se indican en la Tabla 2.

Tabla 2: Resumen de las Áreas Forradas del Patio de Lixiviación

Descripción	Áreas de la Fase 1 (m^2)	Áreas de la Fase 2 (m^2)
Patio forrado	165,000	302,000
Forro expuesto	4,000	8,000
Estanques forrados	35,780	35,780
Total	**204,780**	**345,780**

- Se presenta el diagrama de flujo de proceso en la Figura 1.

Figura 1: Diagrama de Flujo de Proceso de Condiciones Climáticas de un Año Promedio



4.0 EVAPORACIÓN DE ROCIADORES DE APLICACIÓN DE SOLUCIÓN

Los rociadores de aplicación de solución serán utilizados para aplicar solución a la pila. Los rociadores evaporarán una porción de los flujos que fluyan a través de las boquillas de rociadores con base en el mes actual usando los valores presentados en la Tabla 1. Se calcularon las tasas de evaporación usando el nomograma de pérdida de rociadura en SME (1988) usando valores climáticos promedio mensuales que se obtuvieron del reporte hidrológico in-situ (2004). El diámetro y la presión de las boquillas de los rociadores de aplicación de solución usados para el nomograma son 5.56 mm y 138 kPa respectivamente. La tasa de evaporación para los rociadores de aplicación de solución no incluye la evaporación de la superficie húmeda; por lo tanto, 100% de la tasa de evaporación de bandeja es pérdida de la superficie húmeda.

5.0 EVAPORACIÓN REALZADA

Debido a la ubicación del sitio en una clima de precipitación neta con aproximadamente 1,853 mm de precipitación al año y solamente 991 mm de evaporación de bandeja al año, habrá un exceso de fluidos producidos en la HLF durante las operaciones de la Fase 2. Los rociadores evaporativos realzados serán usados para limitar la cantidad de fluidos de exceso producidos por la pila. Los Evaporadores Apex producidos por Resource West, Inc. serán utilizados como los evaporadores realzados y colocados en los estanques en flotadores. El caudal máximo para estos evaporadores es de aproximadamente 19.3 m^3/hr y el espaciamiento recomendado es aproximadamente de 20 m. Usando este espaciamiento y la geometría de los estanques cuando estén casi vacíos, quedará espacio para un máximo de 29 evaporadores. Unos 54 evaporadores adicionales podrían ser usados en los estanques cuando el volumen de agua en los estanques esté cerca a los niveles del margen libre. Kappes, Cassiday, & Associates estima que se requerirán ocho evaporadores para evaporar el 25 m^3/hr de agua durante los meses más húmedos.

Las tasas realzadas de evaporación variarán con base en los temperaturas mensuales promedios, humedad, precipitación, y presión barométrica. Con base en las condiciones climáticas, los rociadores evaporativos flotantes tienen una eficiencia de evaporación del 30 por ciento. Golder asignó conservadoramente una eficiencia de evaporación de diseño de menos del 15 por ciento, aproximadamente el 50 por ciento de la eficiencia estimada del fabricante.

Los evaporadores realzados se evaporarán un porcentaje de los fluidos que fluyan a través de las boquillas de los rociadores. La cantidad de pérdida cada mes de los evaporadores realzados fue modelada para proporcionar fluidos adecuados en los estanques que durarán a lo largo de la temporada seca (diciembre a abril) para que al principio de la temporada de lluvias, no habrá nada de fluidos en los estanques. Las pérdidas evaporativas realzadas y la cantidad de evaporadores realzados por mes que satisfacen esta condición se presentan en la Tabla 3. La Tabla 4 presenta las tasas de evaporación realzadas dadas las condiciones climáticas de un año húmedo de 1 en 100 años.

Tabla 3: Tasas de Evaporación Realzada para los Rociadores para la Fase de la HLF en Condiciones Climáticas Típicas

Mes	Pedidas de Evaporación Realzada	
	Operaciones de Fase 1	Operaciones de Fase 2
	Pérdidas de Evaporación (m^3/hr)	Pérdidas de Evaporación (m^3/hr)
Enero	0	25.0
Febrero	0	25.0
Marzo	0	21.2
Abril	0	17.4
Mayo	0	18.5
Junio	0	16.7
Julio	0	25.0
Agosto	0	21.9
Septiembre	0	20.9
Octubre	0	20.9
Noviembre	0	25.0
Diciembre	0	25.0

Tabla 4: Tasas de Evaporación Realzada para los Rociadores para la Fase de la HLF Durante la Condiciones Climáticas del Año Húmedo de 1 en 100 Años

Mes	Pérdidas de Evaporación Realzada	
	Operaciones de Fase 1	Operaciones de Fase 2
	Pérdidas de Evaporación (m^3/hr)	Pérdidas de Evaporación (m^3/hr)
Enero	0	25.0
Febrero	0	25.0
Marzo	0	25.0
Abril	0	25.0
Mayo	25.0	25.0
Junio	25.0	25.0
Julio	25.0	25.0
Agosto	25.0	25.0
Septiembre	25.0	25.0
Octubre	25.0	25.0
Noviembre	25.0	25.0
Diciembre	25.0	25.0

6.0 CAUDALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Durante los años que se reciba más precipitación de lo promedio, el exceso de agua almacenada en los estanques de proceso podrá requerir de tratamiento y ser descargada al ambiente natural. Para lograr esto, el agua de exceso será quitada del estanque del evento y procesada por una planta de detoxificación para destruir el contenido de cianuro. La solución de detoxificación será descargada a la Quebrada Maricela. El método escogido para la destrucción de cianuro es el proceso Aire/SO_2. Este proceso mezcla dióxido de sodio (SO_2) con oxígeno del ambiente para destruir el cianuro. El agua detoxificada se desbordará vía una tubería de gravedad a la Quebrada Maricela.

El agua de exceso que requiera detoxificación es generalmente almacenada en el estanque de evento por periodos de tiempo largos antes de su detoxificación. La exposición al sol a largo plazo y la degradación resultante de cianuro por luz ultravioleta natural, en particular en las profundidades superiores del estanque proporcionan la mayoría de la detoxificación. A menudo el paso del proceso de Aire/SO_2 en este caso constituye más de un paso "pulido" en la detoxificación.

La planta de tratamiento de agua al Proyecto Cerro Quema será capaz de tratar hasta 300 m^3/hr. Se espera que la planta de tratamiento de agua sea usada durante condiciones extremas de tiempos de lluvias y no se requiera durante condiciones climáticas promedios de un año. Para estimar las tasas de la planta de tratamiento de agua que pueden ser requeridas durante condiciones extremas de tiempos de lluvia, se usaron las tasas de precipitación de 1 en 100 años y las tasas de evaporación de bandeja por un año promedio en el modelo usando caudales de evaporación realzada por un año promedio. La planta de tratamiento de agua se calcula como la diferencia entre el volumen del estanque en un año húmedo menos el volumen del estanque en año típico, lo que resulta en un volumen del estanque del año húmedo idéntico a los volúmenes producidos por las condiciones climáticas en el año típico. Se presentan los resultados de estos análisis en la Tabla 5.

Tabla 5: Caudales de la Planta de Tratamiento de Agua por Fase de la HLF Durante Condiciones Climáticas del Año Húmedo de 1 en 100 Años

Mes	Caudales de la Planta de Tratamiento de Agua (m^3/hr)	
	Operaciones de Fase 1	Operaciones de Fase 2
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	6.6
Mayo	0.0	9.4
Junio	3.8	35.5
Julio	8.0	40.9
Agosto	3.8	43.0
Septiembre	9.2	50.1
Octubre	11.6	51.0
Noviembre	15.2	59.1
Diciembre	7.0	47.2

7.0 SENSIBILIDAD DEL MODELO

El balance de agua que Golder preparó para este análisis es un modelo determinista que usa pasos de tiempo mensuales, y así estima el caudal promedio para el mes. No se predicen las tasas máximas diarias, ni las tasas máximas de bombeo instantáneo o de agua de reemplazo. Este enfoque atenuará la tasa máxima como se promedien los volúmenes sobre un periodo de un mes.

El balance de agua es altamente dependiente del contenido de humedad del mineral como sale de la mina así como la retención específica real del mineral, ya que existe un volumen significativo de fluidos que se pierden en la humectación del mineral cada mes (aproximadamente 9,700 m^3/mes). Los cambios pequeños en perdida de humedad en ambos como sale de la mina y por la pérdida de humedad por la humectación pueden tener efectos significantes en ambos; la capacidad disponible del estanque para almacenamiento de emergencia, y los requisitos de agua de reemplazo. La humedad del mineral como sale de la mina variará como resultado de la geología, mineralogía, métodos de minería y de manejo, desagüe del tajo y condiciones climáticas. La retención específica del mineral puede variar significativamente a través de las operaciones y de un tajo al otro.

Los datos climáticos que se presentan en el Anexo A tienen limitaciones que se deben considerar.

7.1 Humectación del Mineral

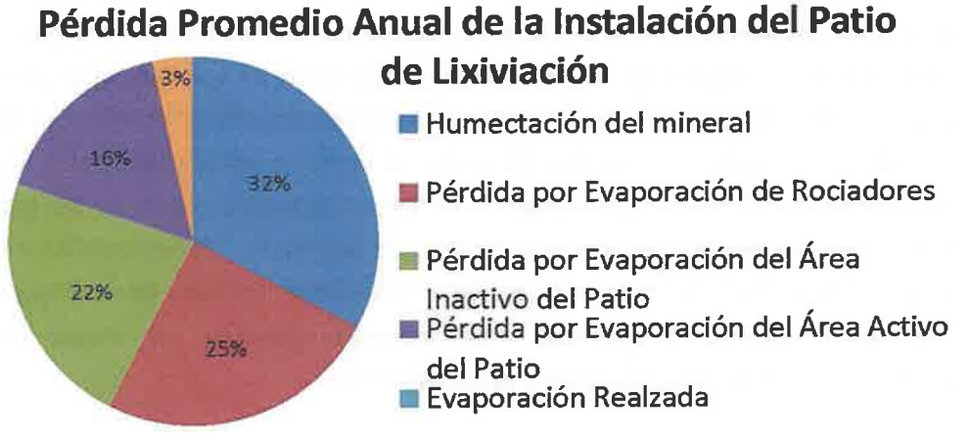
El mineral triturado se coloca en la pila con un contenido promedio de humedad del 5.8% y un contenido de retención de humedad de mineral del 8.9% por peso seco. El medio resultante de la perdida de humectación es de 3.1% (por peso seco del mineral). Para el análisis del año húmedo, la humedad

inicial del mineral triturado presume ser de un 9.8%, que resulta en una pérdida del mineral humectado de cerca del 1.1% (por peso seco de mineral). Para el análisis del año seco, se supone que la humedad inicial del mineral triturado es del 5.8%, que resulta en una pérdida del mineral humectado del 5.1% (por peso seco de mineral). La Tabla 6 presenta los valores de las pérdidas promedios en la Fase 1 de la HLF en condiciones climáticas en un año promedio; la Figura 2 presenta estos datos para mostrar como las pérdidas están distribuidas, con la mayoría de la pérdida total de fluidos del proceso de la humectación del mineral.

Tabla 6: Pérdidas de Flujo Promedio de la Instalación de Patio de Lixiviación Durante las Operaciones de Fase 1

Fuente de la Pérdida	Promedio Anual (m^3/hr)
Humectación del mineral	13.2
Perdida por Evaporación de los Rociadores	10.0
Pérdidas por Evaporación en el Área Inactiva del Patio	9.1
Pérdidas por Evaporación en el Área Activa del Patio	6.6
Evaporación Realzada	0.0
Evaporación del Estanque	1.3

Figura 2: Pérdidas de Fluido Promedio Anuales en la Instalación de Patio de Lixiviación Durante Operaciones de la Fase 1



Nota: Esta figura solamente representa la pérdida en el sistema y no se incluyen las entradas por exceso de fluidos o precipitación ("evaporación total" no "evaporación neta")

8.0 AGUA DE REEMPLAZO

El balance de agua por Golder estima que el volumen de agua de reemplazo que se requerirá para mantener un valor mínimo de operación en el estanque de solución rica durante condiciones climáticas

del año seco de 1 en 100 años. Durante condiciones climáticas promedio y las condiciones húmedas de uno en 100 años, no será requerida agua de reemplazo. La Tabla 10 presenta las demandas del agua de reemplazo requeridas para condiciones secas del 1 en 100 años.

Tabla 10: Demandas de Agua de Reemplazo Durante Condiciones Climáticas del Año Seco de 1 en 100 Años

Mes	Fase 1 (m^3/hr)	Fase 2 (m^3/hr)
Enero	34.1	0
Febrero	36.0	0
Marzo	38.5	0
Abril	30.1	2.2
Mayo	0.2	0
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	0	0
Septiembre	0	0
Octubre	0	0
Noviembre	0	0
Diciembre	0	0

9.0 VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO DE LOS ESTANQUES

9.1 Estanque de Solución Rica

La solución rica que se recolecta en la base del patio de lixiviación se entregará directamente al estanque de solución rica. La capacidad del estanque de solución rica debajo del margen libre es 40,100 m^3. Los estanques de solución rica y de evento serán construidos durante la Fase 1. Se presenta el almacenamiento requerido detallado en la Tabla 11.

9.2 Estanque de Evento

El sistema del manejo de flujo se pretende operar como un sistema de cero descarga. Se incluyen provisiones para acomodar condiciones adversas tales como: escorrentía de agua debida a tormentas severas y la pérdida temporal de electricidad o bombas. En condiciones adversas, el volumen de solución puede exceder el volumen de almacenamiento disponible en el estanque de solución rica, causando que la solución se transfiera a la pileta de evento. Golder estimó que el volumen de almacenamiento requerido en el estanque de evento con base en el criterio de diseño descrito en las Secciones 2.0 y 3.0, suponiendo que la acumulación de fluido durante los años climáticos promedios, (la precipitación y evaporación media anual), junto con el diseño de drenaje y los eventos de tormenta. Los estanques de proceso están situados para que la solución fluya por gravedad del patio de lixiviación al estanque de solución rica y subsecuentemente al estanque de emergencia.

Los requisitos detallados de almacenamiento y disponibilidad en el estanque de emergencia se presentan en la Tabla 6.

Se presentan los resultados gráficos del balance de agua por Golder en la Figura 3 (anexo). La línea de color azul claro representa el volumen de fluido en el propuesto estanque de evento y la línea de color rosada representa del volumen de almacenamiento requerido en el estanque de evento. El almacenamiento requerido en el estanque de evento se presenta en detalle en la Tabla 12.

9.3 Resumen de Medición de los Estanques

Los estanques de procesos están designados para proporcionar nula descarga ya sea de las aguas superficiales o de aguas subterráneas durante condiciones climáticas promedio por un año como se discute anteriormente. Los estanques de proceso incluyen provisiones para acomodar los requisitos de volumen de almacenamiento requerido de las siguientes condiciones adversas combinadas, debajo del 0.5 metros del margen libre para ambos estanques:

Estanque de Solución Rica:

- 24 horas de drenaje del patio de lixiviación debido a condiciones adversas como una pérdida de electricidad
- Un volumen de operación de 24 horas para mantener una tasa de producción máxima de la planta ADR de 700 m³/hr durante un evento de flujo bajo
- 110 por ciento del volumen total del tanque estéril

Estanque de Evento:

- Acumulación máxima de fluidos en el estanque de evento durante una temporada de lluvias anual promedio para eliminar la descarga de agua tratada al drenaje natural

Estanque de Solución Rica y Estanque de Evento Combinados al Vertedor de Emergencia en el Estanque de Evento:

- Volumen del evento de tormenta de 25 años, 24 horas de 148 mm que cae en el patio de lixiviación forrado y en los estanques forrados

Las siguientes secciones resumen los criterios de medición y cálculos.

9.3.1.1 Volumen Operacional

La capacidad del estanque de solución rica incluye un volumen operacional de 24 horas de 700 m³/hr. Este volumen proporciona una ventana operacional para mantener producción de tiempo completo de la Planta ADR durante periodos de entradas reducidas debidas ya sea por precipitación más seca de lo normal o el mantenimiento de los sistemas de distribución por gravedad. Un volumen operacional de 24 horas es igual a lo siguiente:

V_{op} = 700 m³/hr x 24 hrs = 16,800 m³

9.3.1.2 Volumen de Drenaje

El estanque de solución rica proporciona una capacidad adicional de almacenamiento de solución para contener adecuadamente la solución de drenaje resultado de una pérdida de electricidad de 24 horas a las bombas estériles que recirculan la solución al patio de lixiviación. Durante la pérdida de electricidad, el sistema de colección de solución por gravedad está diseñado para desbordarse a los estanques de proceso. El volumen estimado con base en la suposición de que la tasa de solución que drena por gravedad del patio continúa durante todo el periodo de las 24 horas y es equivalente a la tasa máxima de aplicación de solución de 700 m³/hr. Golder entiende que PRO tendrá generadores de emergencia y/o bombas en su lugar dentro de 24 horas que sean capaces de bombear 700 m³/hr a la pila.

En el evento de que haya una pérdida de electricidad de 24 horas, el volumen de drenaje (V_{DD}) que se acumularía es:

V_{DD} = 700 m³/hr x 24 hrs = 16,800 m³

9.3.1.3 Volumen de Tanque Estéril

El estanque de solución rica proporciona una capacidad adicional de almacenamiento de solución para contener adecuadamente el 100 por ciento del volumen de almacenamiento del tanque estéril en el evento que el tanque tenga que ser drenado o se rompa. El tanque estéril está diseñado para almacenar 525 m³ de solución. El volumen de almacenamiento requerido del tanque ($V_{tankque}$) es equivalente a:

V_{tanque} = 525 m³ x 110% = 577.5 m³ redondeado a 600 m³)

9.3.1.4 Volumen Máximo de Acumulación de Fluidos

Como se discute anteriormente, el estanque de evento está dimensionado para proporcionar una capacidad de solución adecuada para contener fluidos de proceso que se acumulan en una temporada de lluvias de un año típico para su uso durante la temporada seca sin tratar y descargar solución de exceso o introducir agua de reemplazo nueva a la corriente del proceso. Este volumen máximo de almacenamiento de flujo de proceso ($V_{proceso}$) equivale a:

$V_{proceso}$ = 239,400 m³

9.3.1.5 Volumen de Aguas Pluviales

Golder calculó el volumen de aguas pluviales para el peor escenario de todas las áreas forradas de la instalación utilizando el método del Nacional Resources Conservation Service (NRCS por sus siglas en inglés). Las áreas forradas incluyen el área de la pila, canal de colección de solución, losa de contención del tanque estéril, los estanques de proceso y las áreas con recubrimiento expuesto a los alrededores del perímetro del patio de lixiviación. Como se discute anteriormente, las aguas pluviales del peor escenario

ocurren cuando ambas fases de la pila ya hayan sido construidas; la Fase 1 esté completamente apilada con mineral, el área de aplicación máxima de la Fase 1 esté bajo lixiviación (calculado usando una tasa de flujo máximo de aplicación de solución de 583 m^3/hr y una tasa de aplicación promedio de 10 l/hr/m^3), y el recubrimiento de la Fase 2 acabe de ser construido y el apilamiento aún no haya empezado. La siguiente tabla detalle las áreas de superficie y los números de NRCS curva para cada tipo de área de la HLF.

Tabla 11: Resumen de las Áreas Forradas

Descripción	Área Forrada (m^2)	Número de Curva NRCS
Fase 1 Bajo Lixiviación y Recubrimiento Expuesto	62,300	100
Fase 1 en Descanso	106,700	95
Fase 2 Recubrimiento Expuesto	141,000	100
Estanques, Canal, y Losa del Tanque Estéril	35,780	100
Total	**345,780**	**N/A**

El volumen combinado de los estanques de solución rica y de evento incluyen, además de los volúmenes operacionales y de drenaje, capacidad adecuada de almacenamiento para contener el evento de tormenta de 25 años, 24 horas de 148 mm que cae por todas las áreas forradas de la totalidad del patio de lixiviación ($V_{S25años}$). El evento de tormenta de 25 años, 24 horas ($Vs_{25años}$) está diseñado ser contenido dentro de ambos los estanques de solución rica y de evento debajo del vertedor de emergencia del estanque de evento.

El volumen de almacenamiento requerido en evento de tormenta calcula ser:

$Vs_{25años}$ = 49,600 m^3

9.3.1.6 Volumen Total de Almacenamiento Requerido

La capacidad total de almacenamiento que se requiere para contener los flujos totales acumulados de las condiciones anteriores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Volumen Total de Almacenamiento Requerido

Criterio	Volumen de Almacenamiento Requerido (m³)	
	Estanque de Solución Rica	Estanque de Evento
V_{op}	16,800	0
V_{DD}	16,800	0
V_{tanque}	600	0
$V_{s25años}$	49,600	
$V_{proceso}$	0	239,400
Almacenamiento del Estanque Individual	**34,200**	**239,400**
Almacenamiento Combinado Total	**323,200**	

9.3.1.7 Volumen de Almacenamiento Disponible

La Tabla anterior presenta los requisitos mínimos del volumen de almacenamiento para cada estanque de proceso. El volumen combinado requerido para el sistema de estanques de proceso es 323,200 m³.

La Tabla 13 resume las capacidades de los estanques de proceso. Como se indica, los estanques han sido medidos más grandes que de las capacidades requeridas con base en las condiciones adversas descritas anteriormente. La capacidad adicional del estanque de evento ha sido proporcionada para acomodar la solución del estanque que se acumula durante la temporada de lluvias anual promedio, la que se explica en detalle en el balance de agua, Sección 9.2.

Tabla 13: Volúmenes de Almacenamiento del Estanque

Estanque	Criterio	Volumen Requerido (m³)	Volumen Disponible (m³)
Solución Rica	Al Vertedero de rebose	34,200	40,100
Evento	Al Vertedero de rebose del estanque de solución rica	239,400	273,200
Combinado	Al Vertedero de rebose del vertedor de emergencia	323,200	330,100

10.0 CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES

Los resultados del balance de agua determinista indican que la evaporación realzada será requerida durante las operaciones de Fase 2 para prevenir el desbordamiento de los estanques durante la temporada de lluvias durante condiciones típicas climáticas. Se espera que la planta de tratamiento de agua sea operacional durante años húmedos extremos en adición al uso de los evaporadores realzados.

Se espera que las demandas del agua de reemplazo sean altas durante las condiciones iniciales de la Fase 1 si las actividades de lixiviación empiezan en enero, como fue modelado por estos análisis.

Durante las operaciones de la Fase 1, la tasa anual promedio de la perdida de evaporación realzada durante condiciones anuales climáticas es cero. Durante las operaciones de la Fase 2, la tasa anual promedio de la perdida de evaporación realzada durante condiciones anuales climáticas es aproximadamente 21.9 m^3/hr con un máximo de 25.0 m^3/hr durante los meses húmedos. Durante las condiciones climáticas del año húmedo de 1 en 100 años, la tasa anual promedio de pérdida de evaporación realzada para la Fase 2 es de aproximadamente 25.0 m^3/hr para cada mes.

Durante las operaciones de la Fase 1, la tasa anual promedio de la planta de tratamiento de agua durante las condiciones climáticas del año húmedo de 1 en 100 años anticipa ser 4.9 m^3/hr con una tasa mensual máxima de 15.2 m^3/hr (noviembre). Durante las operaciones de la Fase 2, la tasa anual promedio de la planta de tratamiento de agua durante las condiciones climáticas de 1 en 100 años húmedos anticipa ser 31.9 m^3/hr con una tasa mensual máxima de 59.1 m^3/hr (noviembre).

El proceso anual promedio para los requisitos de agua de reemplazo para la operación de la HLF en condiciones climáticas típicas y en 1 en 100 años húmedos es nulo mientras que un volumen suficiente de fluidos se mantenga en los estanques durante los meses húmedos y utilizados durante los meses secos como agua de reemplazo. Para las condiciones climáticas secas de 1 en 100 años secos, los requisitos mensuales de agua de reemplazo pueden ser tan altos como 38.5 m^3/hr (marzo) durante las operaciones de la Fase 1. Los requisitos de agua de reemplazo durante las operaciones de la Fase 2 esperan ser mínimos durante condiciones secas extremas.

Con base en los supuestos del diseño actual, no es probable que la capacidad disponible en la pileta se excederá durante la etapa de enjuague. Por eso, es posible que tengan que considerarse unas medidas más agresivas de eliminación de fluidos al cierre.

11.0 REFERENCIAS

SME 1988, Introduction to Evaluation, Design and Operation of Precious Metal Heap Leaching Projects, Produced by the Society of Mining Engineers Inc., 1988, Printed by Cushing-Malloy, Inc., Ann Arbor, Michigan.

Ruiz E. (2004), Estudio Hidrológico, Los Santos, producido por Ing. Alberto E. Ruiz, Geólogo Ms, Lic. 85-015-001.

Golder (2009). Closure Plan Update, Cerro Quema Gold Project, Panama. Report prepared by Golder Associates Inc. for Bellhaven Copper and Gold Inc., November 20, 2009.

Lista de Anexos

Anexo A	Modelo Climático – Instalación de Patio de Lixiviación
Anexo B	Cálculos de Medición del Estanque de Solución para las Fases 1 y 2
Anexo C	Cálculos de Medición del Estanque de Evento para las Fases 1 y 2
Anexo D	Cálculos de Medición de los Estanques Combinados para las Fases 1 y 2

ANEXO A
MODELO CLIMÁTICO – INSTALACIÓN DE PATIO DE LIXIVIACIÓN

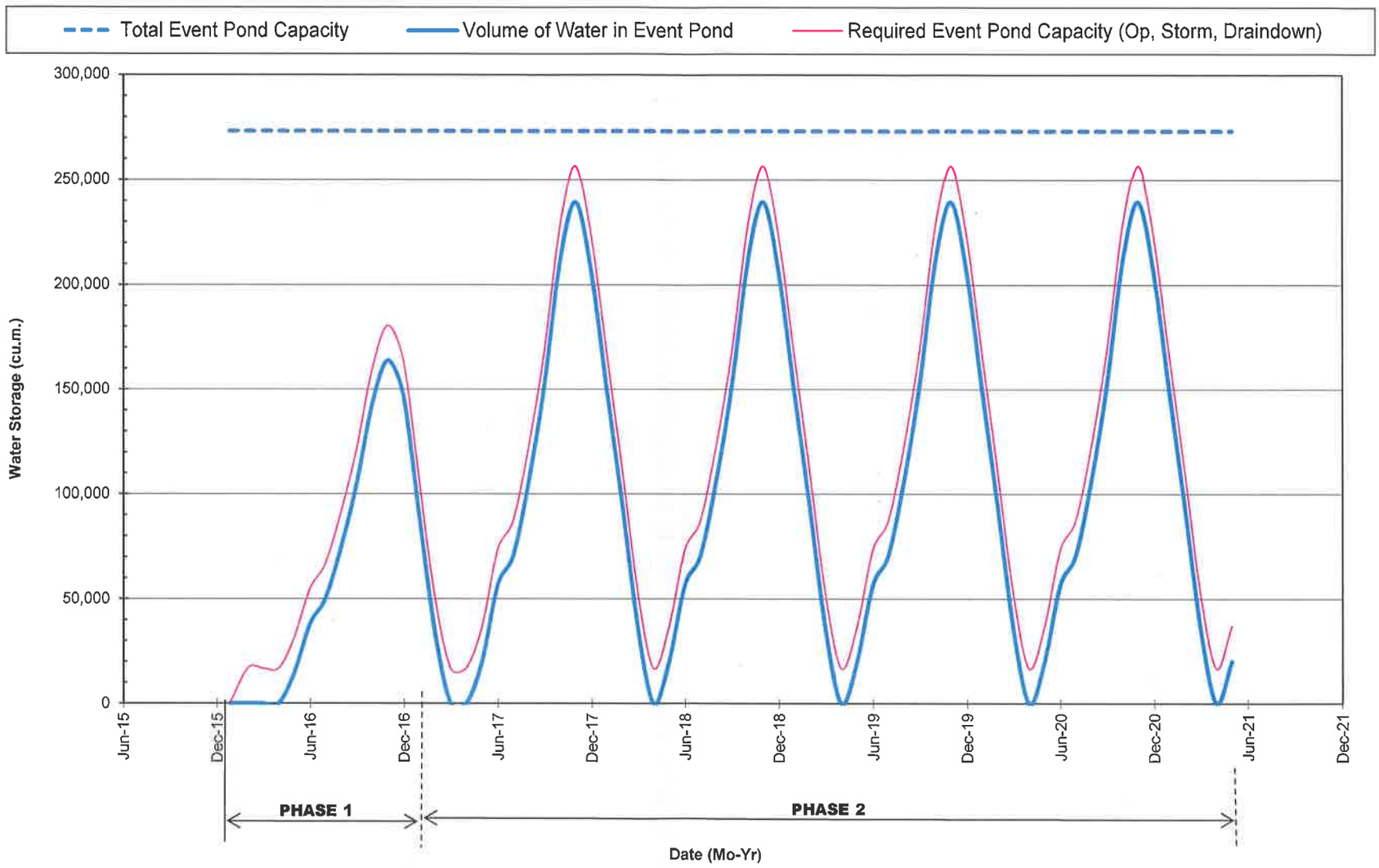


Figure 3

HLF Event Pond Storage Requirements

Pershimco Heap Leach Facility

Dyer Resources

Golder Associates

Reno Nevada, USA
1300709
12/19/2013

S:\Pershimco Resources\Cerro Quema Mine\1300709 Cerro Quema PF

LLES-1176

ANEXO B
CÁLCULOS DE MEDICIÓN DEL ESTANQUE DE SOLUCIÓN PARA LAS FASES 1 Y 2

MEMORÁNDUM

Fecha:	17 de enero de 2014	**Número de Proyecto:**	1300709
A:	Archivo del proyecto	**Compañía:**	Golder Associates
De:	Chris MacMahon, Andrew Schaper		
cc:	Russ Browne, Gene Tortelli	**Email:**	
ASUNTO:	**MODELO CLIMÁTICO DE LA INSTALACIÓN DE PATIO DE LIXIVIACIÓN MARICELA**		

1.0 OBJETIVO

Este memorándum técnico presenta la evaluación a nivel de pre-factibilidad de los procedimientos usados para desarrollar las tasas de precipitación mensual promedio y extremo y las tasas de evaporación de bandeja para la instalación de patio de lixiviación (HLF por sus siglas en inglés) Maricela. Esto datos pretenden ser utilizados para el modelo determinístico del balance de agua para la HLF propuesta para estimar los requisitos del agua de reemplazo y la medición del estanque.

2.0 DADO

Una lista completa de los criterios de diseño se presentan en el Apéndice A del reporte de pre-factibilidad. A continuación se presenta un resumen de la lista de factores que se utilizaron para nuestro análisis:

- Las tasas de precipitación mensual de la estación meteorológica La Llana desde 1967 al 2012.
- Las tasas de evaporación de bandeja obtenidas del Reporte de Cierre por Golder Associates Inc. de 2009 (2009).
- Las tasas de precipitación mensuales obtenidas de la estación meteorológica in-situ Cerro Quema y se presentan en la Tabla 1 (2004). También se presentan las tasas de precipitación mensuales correspondientes del mismo periodo de tiempo de la estación meteorológica La Llana que se utilizaron en el análisis de regresión frecuencia en pares para hacer una comparación.

Tabla 1: Tasas de Precipitación Mensuales del Sitio Cerro Quema y la Tasas de Precipitación Correspondientes de la Estación Meteorológica La Llana

Año	Mes	Precipitación Cerro Quema (mm)	Precipitación La Llana (mm)
1994	Julio	177.0	309.0
1994	Agosto	208.0	402.8
1994	Septiembre	358.0	435.6
1995	Febrero	0.5	0.0
1995	Marzo	79.6	83.3
1995	Abril	154.8	148.0
1995	Mayo	96.5	220.3
1995	Junio	166.8	262.8
1995	Julio	177.6	187.0
1995	Agosto	389.9	246.5
1995	Septiembre	340.4	458.8
1995	Octubre	264.3	600.7
1995	Noviembre	126.3	286.5
1995	Diciembre	55.3	129.0
1996	Enero	44.9	95.5
1996	Febrero	16.9	11.5
1996	Marzo	9.3	16.0
1996	Abril	93.2	109.3
1996	Mayo	260.0	320.5
1996	Junio	255.5	277.9
2011	Agosto	264.4	382.9
2011	Septiembre	313.2	361.2
2011	Octubre	280.0	309.6
2011	Noviembre	324.0	324.0
2011	Diciembre	184.8	205.0

3.0 CLIMA

3.1 Precipitación

Para obtener las tasas de precipitación mensual para el sitio Cerro Quema, los datos de precipitación de la Estación Meteorológica del gobierno llamada La Llana y las precipitaciones registradas en el sitio en la estación Cerro Quema entre 1994 y 1996 y 2011 se compararon usando un método de regresión de frecuencia en pares. A diferencia de un análisis de regresión cronológico de dos variables donde las tasas de precipitación para ambos sitio se comparan cronológicamente, los datos de La Llana se

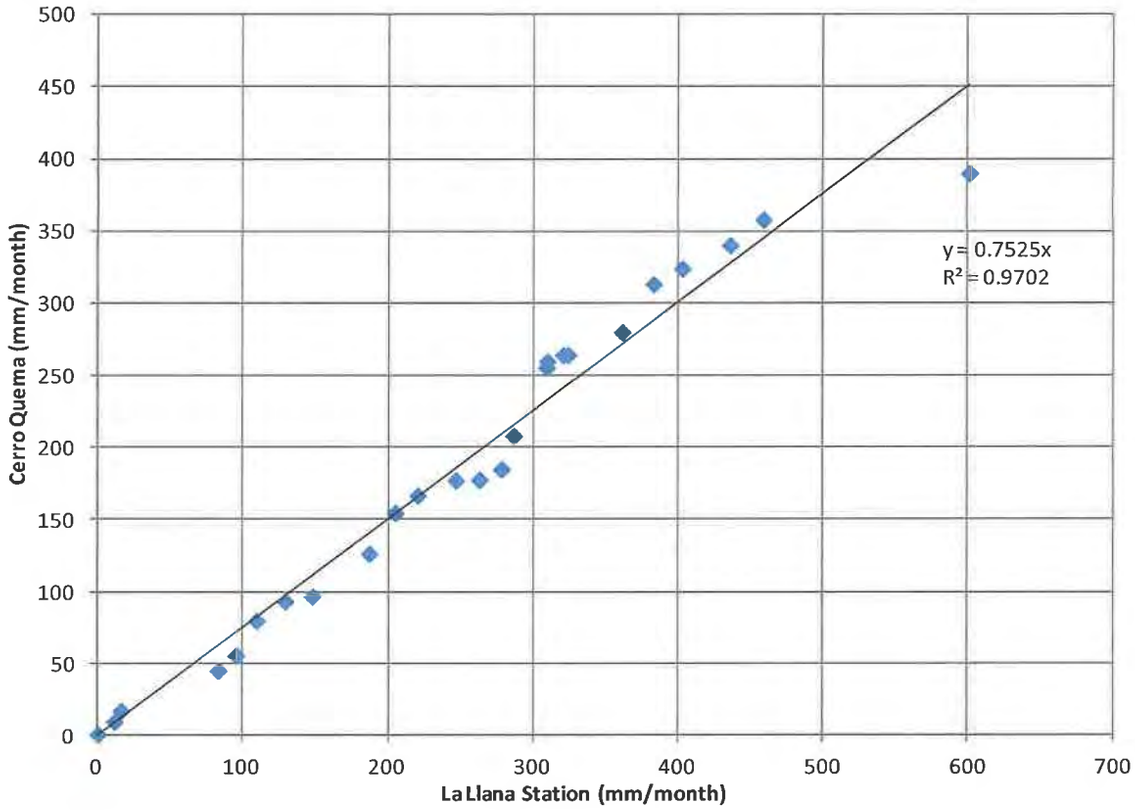
compararon con el sitio Cerro Quema entre el mismo rango de tiempo y se diagraman con base en la probabilidad de excedencia, en lugar de fechas específicas. Para una muestra de las observaciones ***n,*** la estimación imparcial de la probabilidad de excedencia, ***p,*** es dado por:

$$p = \frac{m}{n+1} \tag{1}$$

donde ***m*** es el rango del más grande al más pequeño.

La regresión de la frecuencia de dos variables realizada para la relación entre las tasa de precipitación mensual en La Llana y en Cerro Quema se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Análisis de Regresión de Frecuencia Emparejado (Precipitación)



Aunque solo había 25 puntos de datos para desarrollar el diagrama en la Figura 1 (un registro de Octubre de 1994 fue quitado del conjunto de datos), hay un coeficiente alto de determinación R^2 (correlación cuadrada) de 0.97, lo que sugiere que hay una correlación alta entre los dos sitios. En promedio, hay aproximadamente 25% menos precipitación en Cerro Quema en comparación a la

estación meteorológica La Llana. Por lo tanto, las tasas de precipitación mensual promedio de Cerro Quema fueron obtenidos al multiplicar la tasa de La Llana por 0.75. La Tabla 2 compara las tasas de precipitación mensual promedio de ambos sitios y las tasas mensuales nuevas desarrolladas para Cerro Quema.

Tabla 2: Precipitación Mensual Promedio

Mes	Precipitación Promedio La Llana* (mm)	Precipitación Promedio Corregida Cerro Quema (mm)
Enero	18.6	14.0
Febrero	7.4	5.6
Marzo	14.4	10.8
Abril	67.4	50.7
Mayo	265.9	200.1
Junio	316.2	237.9
Julio	268.2	201.9
Agosto	334.6	251.8
Septiembre	363.3	273.4
Octubre	410.6	309.0
Noviembre	302.9	228.0
Diciembre	92.4	69.6
TOTAL	**2,462.0**	**1852.7**

*Precipitación promedio calculada entre 1967 y 2012.

Para obtener las tasas de precipitación mensual del año húmedo y del año seco de 1 en 100 años, se realizó un análisis de frecuencia de los valores de precipitación anuales en la estación meteorológica La Llana entre los años 1967 y 2011 donde los datos existen para cada mes del año. Con base en la distribución de frecuencia usando el método de distribución log-normal de 3 parámetros, los años húmedos y años secos de 1 en 100 años en la estación meteorológica La Llana tendrá un total de 3370 y 1660 mm de precipitación anual respectivamente. Para convertir estos valores a las precipitaciones anuales Cerro Quema, estos números se redujeron por un factor de 0.75 para el análisis de frecuencia descrito en esta Sección. Las precipitaciones anuales de 1 en 100 años húmedos y secos al Cerro Quema se estiman ser aproximadamente de 2540 y 1250 mm respectivamente. Para convertir estos números a tasas de precipitación mensuales del año húmedo y seco, cada tasa de precipitación mensual promedio de Cerro Quema fue multiplicado por un factor de aproximadamente 1.37 y 0.67 respectivamente (precipitación anual extremo Cerro Quema dividido por la precipitación anual promedio Cerro Quema). La Tabla 3 presenta las tasas de precipitación mensual extrema.

Tabla 3: Tasas de Precipitación Mensual Extrema

Mes	Precipitación del Año Húmedo 1:100 Cerro Quema (mm)	Precipitación del Año Seco 1:100 Cerro Quema (mm)
Enero	19.1	9.4
Febrero	7.6	3.8
Marzo	14.8	7.3
Abril	69.5	34.1
Mayo	274.1	134.7
Junio	325.9	160.2
Julio	276.5	135.9
Agosto	344.9	169.5
Septiembre	374.5	184.0
Octubre	423.2	208.0
Noviembre	312.2	153.5
Diciembre	95.3	46.8
TOTAL	**2537.6**	**1247.1**

3.2 Evaporación de Bandeja

Las tasas de evaporación de bandeja mensual promedio no son disponibles del sitio, ni de alguna estación meteorológica cercana con un escenario geográfico similar tales como elevación y ubicación de la costa. Por lo tanto, se utilizaron las tasas de evaporación de bandeja desarrolladas por Golder (2009). La Tabla 4 presenta las tasas es evaporación de bandeja por mes. Las tasas de evaporación de bandeja extremas de 1 en 100 años seco y húmedo no se podían determinar debido a la cantidad limitada de datos. Por lo tanto, se usaron las tasas de evaporación de bandeja promedio por año para las condiciones climáticas de 1 en 100 años seco y húmedo.

Tabla 4: Tasas de Evaporación Mensual Promedio

Mes	Evaporación de Bandeja Promedio de Cerro Quema (mm)
Enero	85.0
Febrero	91.0
Marzo	105.0
Abril	98.0
Mayo	88.0
Junio	80.0
Julio	78.0
Agosto	79.0
Septiembre	76.0
Octubre	69.0
Noviembre	67.0
Diciembre	75.0
TOTAL	**991.0**

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos meteorológicos presentados en este memorándum técnico tienen limitaciones las que se deben considerar, incluyendo lo siguiente:

- Se usaron los datos limitados del sitio para correlacionar el sitio con la estación meteorológica La Llana
- Habían datos de evaporación de bandeja no confiables de la estación meteorológica del sitio Cerro Quema que no se podían usar para estos análisis

Para el siguiente nivel de diseño, Golder recomienda lo siguiente:

- Instalar múltiples estaciones meteorológicas in-situ en el sito Cerro Quema en ubicaciones diferentes y elevaciones que son capaces de medir la precipitación diaria, la evaporación de bandeja, humedad, velocidad y dirección del viento, y temperatura. Estas estaciones se deben ser instaladas tan pronto como sea posible.
- Obtener la precipitación diaria y las tasa de evaporación de bandeja para el uso en un modelo probabilístico de balance de agua.

5.0 REFERENCIAS

Ruiz E. (2004), Estudio Hidrologico, Los Santos, produced by Ing. Alberto E. Ruiz, Gologo Ms, Lic. 85-015-001.

Golder (2009). Closure Plan Update, Cerro Quema Gold Project, Panama. Report prepared by Golder Associates Inc. for Bellhaven Copper and Gold Inc., November 20, 2009.

ANEXO C
CÁLCULOS DE MEDICIÓN DEL ESTANQUE DE EVENTO PARA LAS FASES 1 Y 2

~~H90~~ 1781

Golder Associates

CALCULATIONS

Date:	February 21, 2014	**Made by:**	AJS
Project No.:	1300709	**Checked by:**	CJM
Subject:	Phase 1-2 Storm Event Pond Sizing Calculation	**Reviewed by:**	RAB
Project Short Title:	Quebrada Maricela HLF Prefeasibility Study		

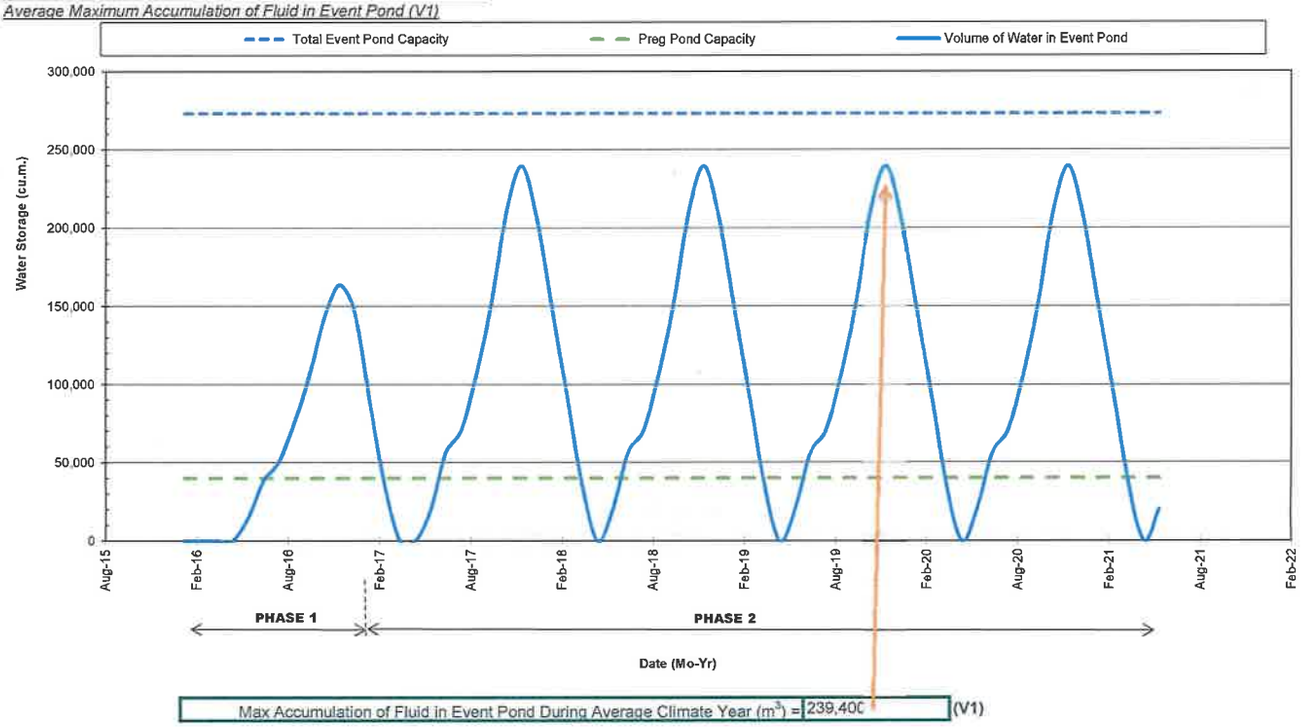
1.0 Objectives

To size the Phase 1-2 HLF Event Pond using the volume of fluid calculated from the following:
- The average maximum accumulation of fluid in the Event Pond that occurs during the wet season.

2.0 Calculations

Average Maximum Accumulation of Fluid in Event Pond

Average Maximum Accumulation of Fluid in Event Pond (V1)



Max Accumulation of Fluid in Event Pond During Average Climate Year (m^3) = 239,400 (V1)

Total Design Capacity (V1)

HLF Event Pond Required Capacity to Freeboard (m^3) = 239,400

ANEXO D
CÁLCULOS DE MEDICIÓN DE LOS ESTANQUES COMBINADOS PARA LAS FASES 1 Y 2

#81
1182

Golder Associates

CALCULATIONS

Date:	February 21, 2014	**Made by:**	AJS
Project No.:	1300709	**Checked by:**	CJM
Subject:	Phase 1-2 Combined Pond Sizing Calculation	**Reviewed by:**	RAB
Project Short Title:	Quebrada Maricela HLF Prefeasibility Study		

1.0 Objectives

To confirm the modeled size the Phase 1-2 HLF combined pond volume to the spillway of the Event Pond (0.5m below the crest) using the volume of fluid calculated from the following:

- Upset conditions from the 24-hr draindown volume, the volume of water equal to the 24-hr operational capacity, the average maximum accumulation of fluid in the Event Pond that occurs during the wet season, the 1-25 yr, 24-hr storm event, and %110 of the largest tank volume. The HLF configuration that will produce the largest quantity of runoff will be when the Phase 1 has been stacked to its capacity and Phase 2 doesn't have any ore on it, which will result in 100% runoff from the Phase 2 area.

2.0 Given

Golder has developed a full set of design criteria that have been adopted by the client and other design consultants working on this project, which includes the following items used for these calculations:

Nominal Solution Application Rate Per Area (lph/m^2) =	10
Maximum Primary Irrigation Flow Rate (m^3/hr) =	700
Average Primary Irrigation Flow Rate (m^3/hr) =	583
Design Pump Outage Duration (hr) =	24
Design Operational Capacity Duration (hr) =	24
1-25 yr, 24-hr storm event (mm) =	148

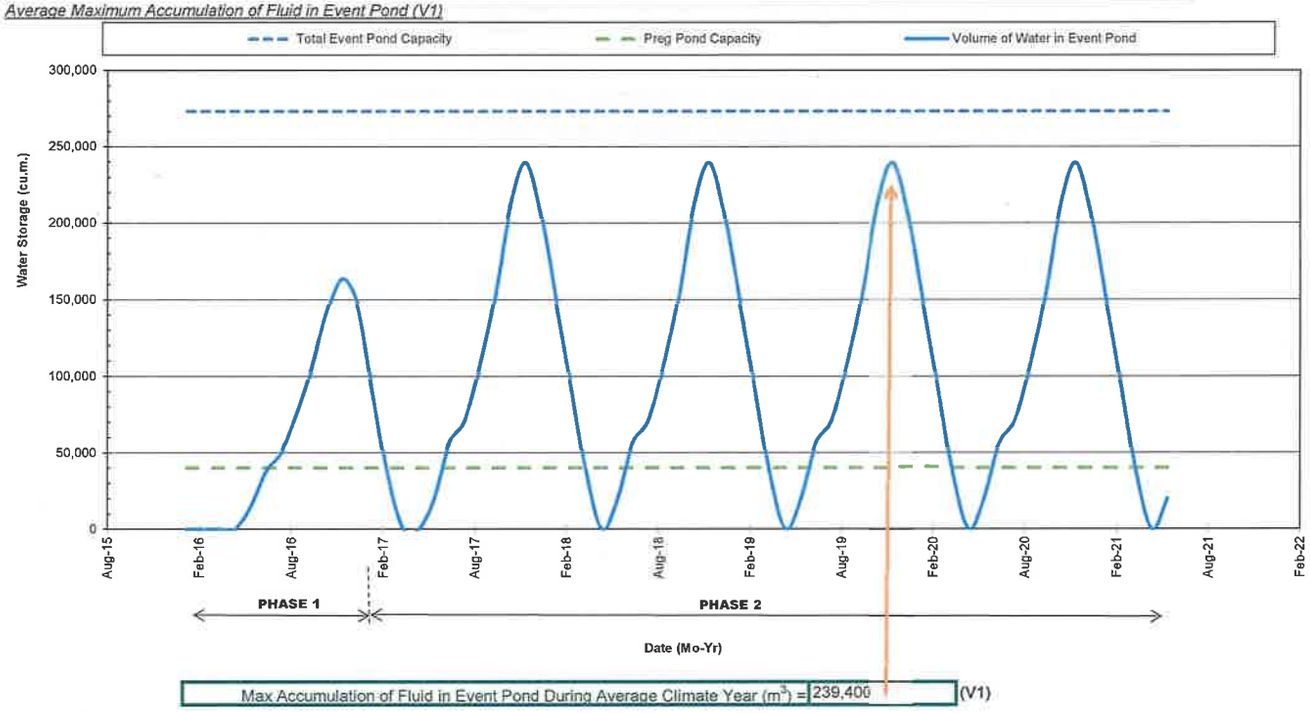
3.0 Assumptions

Largest Tank in Process Circuit (m^3) =	525
Phase 1 Ore Surface Area (m^2) =	165,000
Phase 1 Exposed Liner Area (m^2) =	4,000
Phase 2 Ore Surface Area (m^2) =	0
Phase 2 Exposed Liner Area (m^2) =	141,000
Lined Pond Areas (m^2) =	35,780
Ore Under Leach NRCS Curve Number =	100
Ore Not Under Leach NRCS Curve Number =	95
Exposed Liner NRCS Curve Number =	100

4.0 Calculations

Average Maximum Accumulation of Fluid in Event Pond + 24-hr Draindown x 2 + %110 Largest Tank Capacity + 1-25 yr 24-hr Storm Event

Average Maximum Accumulation of Fluid in Event Pond (V1)



Max Accumulation of Fluid in Event Pond During Average Climate Year (m^3) = 239,400 (V1)

Date:	February 21, 2014	**Made by:**	AJS
Project No.:	1300709	**Checked by:**	CJM
Subject:	Phase 1-2 Combined Pond Sizing Calculation	**Reviewed by:**	RAB
Project Short Title:	Quebrada Maricela HLF Prefeasibility Study		

%110 Largest Tank Capacity (V2)

110% Largest Tank Capacity Volume (m^3) =	600	(V2)

24-hr Draindown Volume (V3)

Pregnant Pond 24-hr Operational Volume (m^3) =	16,800	
Pregnant Pond 24-hr Draindown Volume (m^3) =	16,800	
Combined Volume (m^3) =	33,600	(V3)

1-25 Year, 24-hr) Storm Event Falling on Ultimate HLF (V3)

To calculate the runoff depths, the NRCS equation was used:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \qquad S = \frac{25400}{CN} - 254$$

For Ore Under Leach and Exposed Liner Areas:

NRCS Runoff Curve Number =	100
P, Precipitation (mm) =	148
S, Maximum Basin Retention (mm) =	0.0
Q, Runoff (mm) =	148
Area of Ore Under Leach (m^2) =	58,300
Exposed Pad Liner and Pond Areas (m^2) =	180,780
Total Area of Ore Under Leach and Exposed Liner (m^2) =	239,080
Volume of Precipitation Falling on Ore Under Leach and Exposed Liner (m^3) =	35,377

For Ore Not Under Leach:

NRCS Runoff Curve Number =	95
P, Precipitation (mm) =	148
S, Maximum Basin Retention (mm) =	13.4
Q, Runoff (mm) =	133
Area of Ore Not Under Leach (m^2) =	106,700
Volume of Precipitation Falling on Ore Under Leach and Exposed Liner (m^3) =	14,200

1-25 yr, 24-hr Storm Event Volume (m^3) =	49,600	(V4)

Total Design Capacity (V1+V2+V3+V4)

Comined Pregnant and Event Ponds Required Capacity to Event Pond Spillway (0.5m below the Event Pond Crest) (m^3) =	**323,200**

APÉNDICE G
ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y DESVIACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Fecha:	**20-Dec-13**	**Hecho por: JGL**
Número de Proyecto:	**1300709**	**Verificado por: CJM**
Asunto:	**Cálculos del Modelo Hidrológico de la Quebrada Maricela y el WRD Chontal Superior**	**Revisado por: GRT**
Proyecto:	**Diseño de la Instalación de Patio de Lixiviación para la Mina Cerro Quema**	

1.0 Objetivo e Historial

Realizar un análisis hidrológico de aguas superficiales y proporcionar requisitos de diseño para un desvío de aguas pluviales alrededor de la HLF Quebrada Maricela y el WRD Chontal Superior. Se usó el evento de tormenta de 25 años, 24 horas para diseñar los canales permanentes de desvió. Se requiere una profundidad mínima de 15 cms de margen libre y los taludes del canal se establecen con una pendiente mínima del 1%.

1.1A Desvió HLF Quebrada Maricela

El canal de desvió alrededor de la HLF Quebrada Maricela enruta las aguas de la cuenca aguas arriba a lo largo del extremo norte hacia el lado este de la HLF. El agua está conducida del lado este de la HLF hacia el drenaje existente al este de la instalación.

1.1B Desvíos WRD Chontal Superior

Los canales de desvío alrededor del WRD Chontal superior enrutan aguas del área de la cuenca que rodeo el WRD. El canal de desvío norte enruta agua de un punto alto por el lado este del WRD alrededor al lado norte de la instalación. El canal de desvío sur enruta agua de un punto alto por el lado este del WRD alrededor al lado sur de la instalación y se suelta al oeste de la transportadora propuesta.

2.0 Método

Se calcularon los flujos máximos que se esperan de un evento de tormenta de 25 años, 24 horas usando las metodologías publicadas en el Comunicado Técnico 55 (TR-55) por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y HEC-HMS 3.5, utilizando el Método de Distribución de Lluvias SCS (Tipo II), por el US Army Corp of Engineers (USACE).

Se extrajo la precipitación de un evento de tormenta del "Estudio de Hidrología de la Mina Cerro" por Dyer Engineering Consultants Inc. (Dyer, 2013) para calcular los flujos máximos del evento de tormenta de 25 años, 24 horas.

Se evaluaron y dimensionaron los canales usando el programa FlowMaster V8i por Bently Systems, Inc.

3.0 Supuestos

Se extrajo el número de curva (CN) SCS del "Estudio de Hidrología de la Mina Cerro Quema" por Dyer Engineering Consultants Inc. (Dyer, 2013).

4.0 Entradas al Modelo Hidrológico

4.1 Precipitación de Tormentas

Desarrollado por Dyer (2013)

	Precipitación Total (Confianza del 90%)
Evento de Tormenta	**Frecuencia (milímetros)**
25 años, 24 horas	148

4.2A Área de la Cuenca de la HLF Quebrada Maricela

El área de captación para la HLF Quebrada Maricela es 230,000 m². La información sobre el área de captación para la cuenca arriba de la HLF Quebrada Maricela se lista a continuación.

Cuenca 1

Área de captación =	0.23 km²
CN =	82
Tc =	30.54 minutos

4.2B Áreas de las Cuencas del WRD Chontal Superior

El área total de captación para el WRD Chontal superior es 270,000 m². El área está cortada en dos cuencas (Norte y Sur). La información sobre el área de captación para las cuencas alrededor del WRD Chontal superior se lista a continuación.

Cuenca Norte

Área de captación =	0.16 km²
CN =	82
Tc =	29.7 minutos

Cuenca Sur

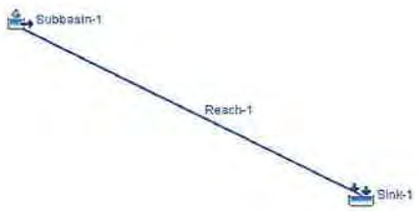
Área de captación =	0.11 km²
CN =	82
Tc =	31.56 minutos

Golder Associates

CÁLCULOS

Fecha:	**20-Dec-13**	**Hecho por: JGL**
Número de Proyecto:	**1300709**	**Verificado por: CJM**
Asunto:	**Cálculos del Modelo Hidrológico de la Quebrada Maricela y el WRD Chontal Superior**	**Revisado por: GRT**
Proyecto:	**Diseño de la Instalación de Patio de Lixiviación para la Mina Cerro Quema**	

4.3A Arreglo del Modelo Hidrológico de la HLF Quebrada Maricela



4.3B Arreglo del Modelo Hidrológico Chontal Superior





5.0 Salidas del Modelo Hidrológico

5.1A HLF Quebrada Maricela HLF - Evento de Tormenta de 25 años, 24 horas

Project: HLF Diversion Concrete Lined Simulation Run: 25 Year 24 Hour_Concrete

Start of Run: 01Feb2013, 00:00 Basin Model: Concrete Lined
End of Run: 02Feb2013, 12:00 Meteorologic Model: 25 Year 24 Hour Storm
Compute Time: 20Dec2013, 14:23:46 Control Specifications: Control 1

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subbasin-1	0.23	2.5	01Feb2013, 12:45	97.23
Reach-1	0.23	2.4	01Feb2013, 12:45	96.95
Sink-1	0.23	2.4	01Feb2013, 12:45	96.95

5.1B WRD Chontal Superior - Evento de Tormenta de 25 años, 24 horas

Project: WRD Diversion Simulation Run: 25 Year 24 Hour

Start of Run: 01Feb2013, 00:00 Basin Model: WRD Diversion
End of Run: 02Feb2013, 12:00 Meteorologic Model: 25 Year 24 Hour Storm
Compute Time: 22Jan2014, 10:52:22 Control Specifications: Control 1

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
North Subbasin	0.16	3.0	01Feb2013, 12:15	97.23
North Reach	0.16	2.8	01Feb2013, 12:15	96.59
North Sink	0.16	2.8	01Feb2013, 12:15	96.59
South Subbasin	0.11	2.1	01Feb2013, 12:15	97.23
South Reach	0.11	1.9	01Feb2013, 12:30	96.50
South Sink	0.11	1.9	01Feb2013, 12:30	96.50

6.0 Resumen de las Salidas de la Medición de los Canales de Desvío para el Evento de Tormenta de 25 años, 24 horas

6.1A Medición de los Canales de Desvío de la HLF Quebrada Maricela

Los flujos máximos desarrollados del modelo HEC-HMS fueron introducidos al software de hidráulica de canales abiertos de Bentley usando FlowMaster Versión 8i (Bentley, 2009) para medir el canal de desvío. Se utilizó un mínimo de 15 cm de margen libre sobre la profundidad del flujo máximo para medir el canal de desvío. El canal fue diseñado como un canal rectangular, forrado con concreto y con un ancho de fondo plano de 1.5 metros. La profundidad máxima calculada fue de 0.52 m. Se construirá el canal a una profundidad de 1 m para tomar en cuenta el margen libre y la constructabilidad. Se presenta un resumen de salida para el dimensionamiento del canal de desvío en el Anexo 1.

6.1B Medición de los Canales de Desvío del WRD Chontal Superior

Los flujos máximos desarrollados del modelo HEC-HMS fueron introducidos al software FlowMaster para medir los canales de desvío norte y sur. Se utilizó un mínimo de 15 cm de margen libre sobre la profundidad de flujo máximo para medir los canales de desvío. Los canales fueron diseñados como canales trapeciales, forrados naturalmente con tierra, con un ancho de fondo de 2 metros, y con taludes laterales de 2H:1V. La profundidad máxima calculada para los canales norte y sur fue 0.58 m y 0.43 m, respectivamente. Los canales serán construidos a una profundidad de 1 m para tomar en cuenta el margen libre y constructabilidad. Se presenta un resumen de salida para el dimensionamiento de los canales de desvío en el Anexo 1.

7.0 Referencias

Bentley, 2009. FlowMaster, Versión 8i, fecha de construcción el 4 de Noviembre de 2009 desarrollado por Bentley Sistemas, Inc.

Dyer, 2013. Mina Cerro Quema, Estudio Hidrológico. Preparado para Minera Cerro Quema, S.A. por Dyer Engineering Consultants Inc. Fechado abril de 2013.

HEC-HMS, 2010. Version 3.5, fecha de construccion el 10 de agosto de 2010 desarrollado por el U.S. Army Corp of Engineers (USACE).

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Atlas 14, Volum 1, Version 4.0. modificado el 20 de diciembre de 2012 http://hdsc.nws.noaa.gov/hdsc/pfds/pfds_map_cont.html?bkmrk=nv developed by US Department of Commerce National, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Office of Hydrologic Development

WinTR-55, 2011. Version 1.00.10 desarrollado por el U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (NRCS).

U.S. Army Corp of Engineers (USACE), 1994. EM 1110-2-1601 *Hydraulic Design of Flood Control Channels* (Diseño Hidraulico de los Canales de Control de Inundación). Washington, DC.

~~H84~~ 1135

ANEXO A
DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL

Worksheet for Concrete Rectangular Channel

Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.015	
Channel Slope	0.01000	m/m
Bottom Width	1.50	m
Discharge	2.40	m^3/s

Results

Normal Depth	0.53	m
Flow Area	0.79	m^2
Wetted Perimeter	2.55	m
Hydraulic Radius	0.31	m
Top Width	1.50	m
Critical Depth	0.64	m
Critical Slope	0.00583	m/m
Velocity	3.05	m/s
Velocity Head	0.47	m
Specific Energy	1.00	m
Froude Number	1.34	
Flow Type	Supercritical	

GVF Input Data

Downstream Depth	0.00	m
Length	0.00	m
Number Of Steps	0	

GVF Output Data

Upstream Depth	0.00	m
Profile Description		
Profile Headloss	0.00	m
Downstream Velocity	Infinity	m/s
Upstream Velocity	Infinity	m/s
Normal Depth	0.53	m
Critical Depth	0.64	m
Channel Slope	0.01000	m/m
Critical Slope	0.00583	m/m

~~H05~~ 1136

Worksheet for Trapezoidal Channel_North

Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.035	
Channel Slope	0.01000	m/m
Left Side Slope	2.00	m/m (H:V)
Right Side Slope	2.00	m/m (H:V)
Bottom Width	2.00	m
Discharge	2.80	m^3/s

Results

Normal Depth	0.58	m
Flow Area	1.82	m^2
Wetted Perimeter	4.58	m
Hydraulic Radius	0.40	m
Top Width	4.30	m
Critical Depth	0.49	m
Critical Slope	0.01805	m/m
Velocity	1.54	m/s
Velocity Head	0.12	m
Specific Energy	0.70	m
Froude Number	0.76	
Flow Type	Subcritical	

GVF Input Data

Downstream Depth	0.00	m
Length	0.00	m
Number Of Steps	0	

GVF Output Data

Upstream Depth	0.00	m
Profile Description		
Profile Headloss	0.00	m
Downstream Velocity	Infinity	m/s
Upstream Velocity	Infinity	m/s
Normal Depth	0.58	m
Critical Depth	0.49	m
Channel Slope	0.01000	m/m

Worksheet for Trapezoidal Channel_South

Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient	0.030	
Channel Slope	0.01000	m/m
Left Side Slope	2.00	m/m (H:V)
Right Side Slope	2.00	m/m (H:V)
Bottom Width	2.00	m
Discharge	1.90	m^3/s

Results

Normal Depth	0.43	m
Flow Area	1.23	m^2
Wetted Perimeter	3.93	m
Hydraulic Radius	0.31	m
Top Width	3.72	m
Critical Depth	0.39	m
Critical Slope	0.01400	m/m
Velocity	1.54	m/s
Velocity Head	0.12	m
Specific Energy	0.55	m
Froude Number	0.85	
Flow Type	Subcritical	

GVF Input Data

Downstream Depth	0.00	m
Length	0.00	m
Number Of Steps	0	

GVF Output Data

Upstream Depth	0.00	m
Profile Description		
Profile Headloss	0.00	m
Downstream Velocity	Infinity	m/s
Upstream Velocity	Infinity	m/s
Normal Depth	0.43	m
Critical Depth	0.39	m
Channel Slope	0.01000	m/m

APÉNDICE H
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

MEMORÁNDUM TÉCNICO

Fecha:	12 de mayo de 2014	**Número de Proyecto.:**	1300709.100
A:	Archivo de Proyecto	**Compañía:**	Pershimco Resources, Inc.
De:	Patrick M. Strenk, Shelby McManus		
cc:	Russ Browne, Gene Tortelli, Chris MacMahon	**Email:**	pstrenk@golder.com smcmanus@golder.com

ASUNTO: EVALUACIÓN DE PRE-FACTIBILIDAD DE LA ESTABILIDAD A LARGO PLAZO POST-CIERRE DE LAS INSTALACIONES DE PATIO DE LIXIVIACIÓN MARICELA Y EL BOTADERO DE ROCA ESTERIL CHONTAL SUPERIOR PARA EL PROYECTO DE LA MINA CERRO QUEMA

1.0 INTRODUCCIÓN

Este memorándum técnico presenta el análisis de estabilidad de talud realizado por Golder Associates Inc. (Golder) para apoyar el estudio de pre-factibilidad de la Instalación del Patio de Lixiviación Maricela y el botadero de roca estéril Chontal superior para el proyecto de la mina propuesto Cerro Quema. Pershimco Resources, Ltd. (PRO) que es el propietario de la mina.

Golder realizó el análisis de estabilidad de talud para evaluar el rendimiento geotécnico de la instalación del patio de lixiviación (HLF por sus siglas en inglés) y el botadero de roca estéril (WRD por sus siglas en inglés) de la mina propuesta Cerro Quema. El propósito del análisis de estabilidad fue evaluar la HLF y el WRD para los riesgos de inestabilidad potencial a través de las condiciones a largo plazo post-cierre de estas instalaciones. Golder ha realizado las siguientes tareas:

- Desarrolló propiedades geotécnicas preliminares del material de lixiviación en las pilas, los componentes del sistema de recubrimiento, y los materiales de cimentación para el análisis de estabilidad del talud con base en los resultados de las pruebas de laboratorio existentes y anteriores y los datos de campo;
- Realizó un análisis del límite de equilibrio de estabilidad de talud para evaluar inestabilidades potenciales dentro de la HLF y el WRD bajo condiciones estáticas; y
- Realizó un análisis del límite de equilibrio de estabilidad de talud para evaluar inestabilidades potenciales dentro de la HLF y el WRD bajo condiciones sísmicas de un evento sísmico de diseño.

También, los resultados del análisis de estabilidad ayudaron a proporcionar los criterios preliminares de diseño para el diseño de ingeniería civil y operación de la HLF y el WRD lo cual incluyó los parámetros tales como el nivel de la base de recubrimiento y los taludes laterales del mineral en la HLF y los taludes laterales de roca estéril en el WRD.

Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Court, Suite 1000
Reno, NV 89521 USA
Tel: (775) 828-9604 Fax: (775) 828-9645 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

Este memorándum presenta el desarrollo de las propiedades geotécnicas, metodologías geotécnicas y los resultados de las evaluaciones de estabilidad estática y sísmica para la HLF y el WRD. Con base en los resultados de estos análisis, se evaluó el rendimiento geotécnico de estas instalaciones y se discuten las conclusiones y recomendaciones.

2.0 MINA CERRO QUEMA

El proyecto Mina Cerro Quema se ubica en la provincia de Los Santos en Panamá en la porción sur-central de la Península Azuero, aproximadamente a 100 kilómetros al sur de la Cuidad de Panamá. La Mina Cerro Quema será una operación a cielo abierto para la minería de oro que se propone incluir dos tajos (La Pava y Quema-Quemita), un botadero de roca estéril (Chontal superior) y una instalación de patio de lixiviación (Maricela). La Figura 1 muestra el arreglo general de estas instalaciones. Las secciones a continuación describen la geometría y configuración general de la HLF y el WRD.

2.1 HLF Maricela

La HLF Maricela se encuentra en la porción sur del sitio de proyecto. La HLF consta de un patio forrado con geomembrana y tiene un área total de superficie de 310,000 m^2. Un estanque de solución rica y un estanque de evento se encuentran al sur del área del patio. El arreglo general de esta instalación se muestra en la Figura 1. La HLF está diseñada para una altura máxima de pila de 75 metros para proporcionar una capacidad total de mineral de 20 millones de toneladas métricas. El mineral del patio de lixiviación será apilado en cargas de aproximadamente 8 metros, con compensaciones entre cargas para proporcionar un talud promedio total de mineral de 2.5H:1V (21.8 grados). Se pretende que este diseño de talud proporcionará una estabilidad operacional y post-cierre de la pila, y minimizará la nivelación durante restauración.

La superficie del suelo nativo dentro del área del patio de lixiviación será preparado por medio de despejar y remover la vegetación de los suelos de sobrecarga a una profundidad promedio de unos 0.4 m. Debido a la topografía naturalmente inclinada (generalmente oscila entre 8 y 80 por ciento), se requerirá nivelación significativa dentro del patio de lixiviación para proporcionar condiciones adecuadas para la colocación del recubrimiento de geomembrana; se muestra el alcance de la nivelación en la Figura 2. La nivelación consistirá de una formación general con la colocación de corte y relleno local a través del área del patio para proporcionar una superficie lisa y plana con taludes locales que no se excedan de 2H:1V (26.5 grados) para las taludes que se orientan alejadas de la punta de la HLF. En la punta (extremo sur de la HLF) se construirá un relleno grande para lograr un grado máximo de diseño del 2 por ciento para el recubrimiento de lixiviación del patio. Además, se requiere un relleno significativo para construir las plataformas de proceso y los estanques al extremo sur de la HLF.

Los materiales in-situ de sobrecarga y suelo saprolítico excavados durante el desmonte y formación del patio de lixiviación probablemente sean utilizados como relleno estructural donde el relleno sea

requerido. Si se pueden cumplir con los requisitos de gradación, también se puede usar la roca estéril como material de relleno estructural.

2.1.1 Sistema de Recubrimiento de Base

El sistema de recubrimiento de base para la HLF funciona como un límite impermeable de contención ambiental de las aguas de solución de proceso e impactadas por la operación y cierre de la instalación. El sistema de recubrimiento de base consta de un recubrimiento "compuesto" y será colocado sobre un subrasante compactado de suelo nativo removido o de relleno estructural. El sistema de recubrimiento consta de los siguientes componentes (de arriba hacia abajo):

- Cubierta del recubrimiento – un mínimo de 0.7 metros de grueso que consta de mineral de lixiviación de la pila de drenaje libre colocado en una sola carga no compactada. Esta capa sirve para proteger la geomembrana subyacente y facilitar el drenaje del sistema de colección de solución.
- Geomembrana - un recubrimiento de geomembrana de alta densidad polietileno (HDPE por sus siglas en inglés) de 2 mm (80 mil) de grueso, texturado por ambos lados.
- Suelo arcilloso – suelo de grano fino con un mínimo de 0.6 metros de grueso, humectado y compactado para proporcionar una permeabilidad máxima de 1×10^{-5} cm/s colocado sobre un subrasante compactado.

2.2 WRD Chontal Superior

La instalación del WRD Chontal superior se ubica a aproximadamente 700 metros al norte de la HLF Maricela. La roca estéril de las operaciones mineras que viene de los dos tajos será usada como desecho en esta instalación. Se muestra el arreglo general de esta instalación en la Figura 3. El WRD Chontal superior está diseñado con una altura máxima de aproximadamente 95 metros para proporcionar una capacidad de aproximadamente unos 15 millones de toneladas métricas. La roca estéril será colocada en cargas con un ángulo de reposo de 10 a 15 metros, con compensaciones entre las cargas para proporcionar un ángulo total de talud de 2.5H:1V (21.8 grados). Al terminar la colocación del material de desecho, el WRD será re-nivelado a un talud final de cierre de 2.5H:1V o más plano, y los bancos serán desarrollados para el control a largo plazo de las aguas superficiales.

Antes de la colocación del desecho, el suelo nativo será preparado para el despeje de vegetación y la remoción de suelos de sobrecarga a una profundidad promedio de unos 0.4 m. Se almacenará el suelo de sobrecarga movida en una reserva de suelo de capa vegetal para el uso durante la restauración. Se instalarán los subdrenes en el drenaje natural debajo de la primera carga de material de desecho para prevenir el desarrollo de presiones de poro de agua en el botadero.

El diseño que se muestra en la Figura 3 representa la configuración si es realizada la capacidad *máxima* de roca estéril de 15 millones de toneladas métricas durante la vida de la mina. Según el plan actual de pre-factibilidad de la mina, el WRD Chontal superior tendrá una capacidad de 14 millones de toneladas métricas como una porción de las actividades de desmonte de pre-minería como se planea ser utilizado

para la construcción de las plataformas de proceso para las instalaciones de trituración y administración. A esta capacidad menor, la altura máxima de la instalación será aproximadamente de 80 metros.

3.0 UBICACIÓN DE SECCIONES

Se seleccionaron cuatro (4) secciones para el análisis de estabilidad de la HLF y el WRD con base en las características geométricas de la configuración de construcción final (o última) de estas instalaciones. Estas secciones se encontraron en las áreas "criticas" con base en la altura y ángulo de la pila propuesta y los taludes del botadero y la topografía de la superficie existente del suelo.

Se seleccionaron dos secciones (denotada como 1 y 2) para analizar la estabilidad de la HLF; se muestran las ubicaciones de estas en la Figura 2. La Sección 1 se extiende a través del largo total de la HLF (incluyendo los dos estanques) y pasa a través de la altura máxima de la pila de 75 metros. La Sección 2 pasa a lo largo de un drenaje natural por el suelo existente con pendientes muy inclinadas. La Figura 4 muestra una vista en sección transversal de las Secciones 1 y 2.

Dos (2) secciones restantes (denotadas como 3 y 4) fueron seleccionadas para analizar la estabilidad del WRD; se muestran las ubicaciones de estas en la Figura 3.

Para propósitos de este estudio, se realizaron los análisis de estabilidad con el supuesto de que el WRD Chontal superior esté a su capacidad máxima de 15 millones de toneladas métricas; este es un supuesto conservador ya que corresponde a la altura máxima de talud de 95 metros (es decir, en caso de la peor condición) mientras la capacidad reducida bajo el plan actual de la mina creará una altura de talud que es del 16% más baja. Para esta configuración, las dos secciones pasan a través de una altura máxima del botadero de 95 metros y se orientan a lo largo de un drenaje del valle con un buzamiento pronunciado en el suelo existente. La Figura 4 muestra una vista de la sección geológica transversal de las Secciones 3 y 4. Debido a que la configuración planeada actualmente del WRD es generalmente más favorable, demostrando una estabilidad aceptable para la configuración del talud más grande significará que la configuración de la altura del talud reducido también tendrá una estabilidad aceptable.

Se debe notar que las Secciones 2 (en la HLF) y 4 (en el WRD) no son perpendiculares a los taludes principales en estas instalaciones; así, en vista de sección el talud sería menor que el diseño planeado de 2.5H:1V. En consecuencia, los taludes en estas secciones fueron "modificados" para crear la pendiente del diseño previsto; este es un supuesto conservador puesto que crea una condición adversa (o en peor de los casos) a lo largo de estas secciones.

4.0 CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Se caracterizaron las condiciones geotécnicas de la subsuperficie para el sito total de Cerro Quema (así como en los sitos de la HLF y el WRD) para la revisión de los datos existentes del laboratorio y de campo

de trabajos geotécnicos anteriores, del estudio de pre-factibilidad de la estabilidad del tajo y la investigación de la subsuperficie de Golder (2013) y un programa de pruebas del laboratorio realizado por Golder en Octubre de 2013. Se documentan los trabajos y datos geotécnicos anteriores en los siguientes:

- Knight Piésold (1994). *Cerro Quema Project Feasibility Study Geotechnical/Geochemical Field Investigation Report* (Reporte de Estudio Geotécnico de Pre-Factibilidad/Investigación Geoquímica del Campo para el Proyecto Cerro Quema), para Amax Gold Inc. por Knight Piésold and Co., fechado el 28 de Octubre de 1994.
- Knight Piésold (1996). *Cerro Quema Project Geotechnical Investigation Report* (Reporte de Investigación Geotécnica Proyecto Cerro Quema), para Kappes, Cassiday & Associates por Knight Piésold LLC, fechado el 6 de noviembre de 1996.
- Tetra Tech (2008). *Sediment Dam and Waste Dump Technical Memorandum of Geotechnical Investigation and Stability Analysis Results* (Memorándum Técnico de la Investigación Geotécnica y los Resultados de Análisis de Estabilidad de la Presa de Sedimentos y Botadero), para Bellhaven Copper and Gold Inc. por Tetra Tech, fechado el 10 de Junio de 2008.

4.1 Base de Datos de Propiedades Geotécnicas

Se revisaron los datos de Knight Piésold (1994, 1996), Tetra Tech (2008) y de la investigación de Golder en 2013 y se compiló una "base de datos de propiedades geotécnicas" que consta de una variedad de datos de las pruebas de laboratorio que se realizaron para los materiales de subsuperficie del sitio Cerro Quema. Esta base de datos sirvió como una base en el desarrollo de los parámetros geotécnicos de algunos de los materiales en las instalaciones de la HLF y el WRD, como se discute más adelante.

La base de datos incluye datos de las 180 pruebas de propiedad de índice (por ejemplo, distribución de tamaño de partícula, límites de Atterberg) y las 13 pruebas de resistencia (por ejemplo, compresión triaxial, corte directo); también se compilaron otros datos de pruebas, pero ellos son menos relevantes para la estabilidad que se discute aquí. Se realizaron pruebas de laboratorio para las muestras recogidas en las exploraciones geotécnicas (por ejemplo, de barrenos y pozos de prueba) como se muestran en la Figura 5.

Se obtuvieron las muestras recogidas de profundidades que oscilaron entre 0 m (superficie del suelo) a unos 14 metros. Cerca del 90% de las muestras fueron recogidas de profundidades de menos de los 5 metros y 50% fueron recogidas de profundidades de un 1 metro o menos. Con base en estas profundidades de muestreo, las propiedades geotécnicas compiladas en la base de datos consideraron ser representativas de los suelos nativos de sobrecarga de cerca de la superficie. Geológicamente, estos suelos son en su mayoría saprolíticos (con algunas lateritas) derivadas de la erosión in-situ del lecho de roca subyacente.

4.2 Caracterización Geotécnica

4.2.1 Sitio Cerro Quema

Los materiales de sobrecarga del suelo en el sitio Cerro Quema son altamente variables pero dominantemente son de grano fino que consta en su mayoría de arcillas y limos de plasticidad variable (Sistema de Clasificación de Suelos Unificados [USCS] símbolos del grupo CH, CL, CL-ML, ML, MH). Los suelos de grano grueso (arenas y gravas) también están presentes pero en menor grado. Estas arenas y gravas típicamente tienen una fracción moderada de finos (partículas de tamaño de limo y arcilla menores que de 0.075 mm) que tienen un rango amplio de arenas arcillosas limosas y gravas arcillosas limosas (símbolos de grupo USCS SC, SM, SC-SM, GC, GM y GC-GM). Se muestra un histograma de los símbolos USCS para el grupo de los materiales de la subsuperficie en la Figura 6. Los suelos encontrados en el sitio generalmente tienen un rango muy amplio en su composición. Esto se indica en la distribución de tamaños de partícula en la Figura 8. Los suelos de la subsuperficie tienen una limite de liquido (LL) promedio y un límite de plasticidad (PL) de 43 y 25 respectivamente. El índice de plasticidad (PI) de los suelos in-situ oscila de 2 a 58 con un valor promedio de 18 que indica que la porción de finos de los suelos de la sub-superficie es generalmente de ligera a media en plasticidad. Se presentan los histogramas de los limites Atterberg (LL, PL, PI) en la Figura 9.

4.2.2 Sitios de la HLF y el WRD

La variabilidad de los materiales de la subsuperficie encontrados a través del sitio Cerro Quema también se observa dentro de los sitios de la HLF y el WRD. La porción norte del sitio de la HLF consta de arcilla magra con arena (CL) a una profundidad de 2.0 metros subyacidas por arenas arcillosas y limosas (SC y SM). La porción sur de la HLF consta de limos arenosos (ML) y arenas limosas (CL) a una profundidad de 3.0 metros subyacida por arena limosa (SM) y arena arcillo-limosas (SC-SM). Estos suelos de sobrecarga (saprolitas y lateritas) son el producto de la erosión in-situ del lecho de roca subyacida. El lecho de roca consta de sedimentos volcanoclásticos estratificados con flujos de lava andesiticas (denotado como unidad volcanoclástica superior). No se sabe la profundidad para encontrar roca que sea competente y mínimamente erosionada, pero se supone que es variable. Durante la investigación de Golder en 2013, no se observó roca competente en los pozos de prueba excavados a profundidades de 4 metros.

En el WRD, las condiciones de la subsuperficie constan de una capa de arcillas magras (CL) y gravas arcillosas que sobreyacen roca ígnea dacita. La profundidad a la roca competente varía desde los 3.0 metros a los 17.0 metros debajo de la superficie del suelo (Knight Piésold 1994, 1996, Tetra Tech 2008).

4.2.3 Reutilización de los Suelos de Sobrecarga

Como se discute anteriormente, la preparación del sitio para la HLF y el WRD consistirá en el desmonte los suelos nativos de sobrecarga a una profundidad promedio de 0.4 m. En el sitio de la HLF, este material será usado para relleno estructural para las nivelaciones de la HLF y construcción del estanque y también para material de grava dren en preparación del recubrimiento. En el WRD, este material será puesto en reserva para el uso durante la restauración. Con base en la intención de reutilizar los suelos de sobrecarga, las propiedades geotécnicas en la base de datos se consideran representativas de la composición probable del relleno estructural y los suelos de grava dren que serán derivados de estos suelos de sobrecarga in-situ.

5.0 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Las siguientes secciones discuten el desarrollo preliminar de las propiedades geotécnicas y los parámetros de resistencia al corte para el mineral de la pila de lixiviación, roca estéril, relleno estructural, así como la caracterización de la resistencia al corte del sistema de la base de recubrimiento para la HLF. También se discuten las propiedades geotécnicas de los materiales de cimentación que subyacen la HLF y el WRD.

5.1 Mineral de la Pila de Lixiviación

El mineral de la pila de lixiviación será compuesto de material de roca triturado de drenaje libre con un contenido bajo en finos (partículas de arcilla-limo con un tamaño menor que de 0.075 mm). El plan actual del procedimiento de mineral indica que el material tal como sale de la mina (ROM por sus siglas en inglés) excavado será triturado a una gradación objetiva que consta del 80% de partículas con tamaños de 50 mm (2 pulgadas) o menores.

Estas características generales funcionan como la base para desarrollar las propiedades geotécnicas para el mineral del patio de lixiviación. La gradación "objetivo" fue utilizado generalmente para clasificar el mineral según el Sistema de Clasificación de Suelos Unificados (USCS por sus siglas en inglés) y se utilizó una correlación empírica publicada para estimar la resistencia al corte. Se supuso que el mineral de la pila de lixiviación era grava mal clasificada con una variable pero generalmente contenido bajo en partículas de grano fino (<10% limo y arcillo no plásticos); esto corresponde a un símbolo del grupo GP o GM-GM del USCS. Para estimar la resistencia al corte, se utilizó una correlación empírica por el US Navy (1982). Esta correlación relaciona el ángulo efectivo de fricción (ϕ') a las características diferentes del suelo y propiedades de índice incluyendo peso por unidad seca (γ_{seca}), densidad relativa (D_r) y la clasificación del USCS. Se muestra esta correlación en la Figura 10. Se asumió que el mineral estar en el rango de suelto a denso mediano que corresponde a una densidad relativa de aproximadamente del 60%. Con base en la clasificación USCS y en este rango de densidad, se seleccionó un ángulo efectivo de fricción de 34 grados (Figura 10). Ya que este es una material granular de grano grueso, se supuso

una cohesión efectiva (c') de 0 kPa. Se supuso que el mineral de la pila de lixiviación tener un peso de unidad húmeda ($\gamma_{húmeda}$) de 20 kN/m^3 (127 lb/ft^3); este valor es representativo de su condición húmeda y su peso durante la lixiviación activa.

5.2 Roca Estéril

Las características de la roca estéril fueron inferidas para las condiciones geológicas de la subsuperficie del área del depósito del mineral. El lecho de roca en las proximidades de los tajos La Pava y Quema-Quemita consta de roca ígnea dacita que ha sido erosionada de forma variable y alterada hidrotermalmente (ambas la silificación y alteración de arcilla). La roca dacita huésped brechada e intensamente silicificada de la mineralización y es la unidad principal en la que los tajos serán desarrollados. También, hasta los 5 metros de suelos saprolíticos y lateritos intensamente erosionados sobreyacen el área del depósito. Con base en eso, se asumió que la roca estéril probablemente consistirá de una mezcla de un material de roca de grano grueso altamente variable con una porción significativa de suelos de grano más fino (partículas de arena, limo y arcilla). Además, se asumió que la roca estéril será volcada en cargas sueltas gruesas y colocada con solamente el mínimo de fuerza de compactación.

Estas caracterizaciones sirvieron como la base para desarrollar las propiedades geotécnicas de la roca estéril. En comparación de los materiales de relleno que sean más limpios y más uniformes, tales como el mineral de la pila de lixiviación, se consideró que la roca estéril movilizaría menos resistencia friccional debido a su naturaleza altamente variable y contenido significante de finos. Con base en este supuesto, se seleccionó un ángulo efectivo de fricción (ϕ') de 31 grados. Para ser conservador, también se asumió una cohesión efectiva (c') insignificante. Se asumió que este material tenga un peso de unidad húmeda ($\gamma_{húmeda}$) de 20 kN/m^3 (127 lb/ft^3).

5.3 Relleno Estructural

Como indicado anteriormente, es probable que el relleno estructural consista de suelos de sobrecarga de cerca de la superficie y/o materiales selectos de roca estéril del tajo. Se asumió que el material consista de un mezcla de suelos de grano grueso y grano fino con el 100% de las partículas siendo de 150 mm (6 pulgadas) o de menor tamaño, y con un contendido de finos de moderados a altos. Se asumió que este material sea humectado y compactado como relleno de ingeniería durante la colocación de los rellenos en el área de la HLF.

Se realizaron pruebas del laboratorio para muestras remoldeadas y compactadas de suelos de sobrecarga del sitio como parte de la investigación de Golder de 2013 así como para las investigaciones de Knight Piésold (1994, 1996). Knight Piésold (1994) recolectaron una (1) muestra a granel del pozo de prueba LPTP-28 ubicado al oeste del área del WRD Chontal superior. Knight Piésold (1996) creó dos (2) muestras "compuestas" (denotadas como CPTP Compuesto 1 y 3) para combinar las muestras a

granel múltiples recogidas de los pozos de prueba excavados dentro de y al este del WRD Chontal superior. En el 2013, Golder recolectó dos (2) muestras de los pozos de prueba TP-14 y TP-16 excavados en el sitio de la HLF Maricela.

Se realizaron pruebas de consolidado-no drenada (CU por sus siglas en inglés) de compresión triaxial para las cinco muestras para medir la resistencia al corte. Estas muestras fueron remodeladas y compactadas a unas compactaciones (R) relativas que oscilaron entre el 87% al 97% de sus densidades máximas secas ($\gamma_{seca\ max}$) (nota: se utilizaron ambos Estándar y esfuerzo Modificado para preparar las muestras). Se consolidaron y cortaron las muestras a resistencias confinadas normales que oscilaron entre 50 a 690 kPa (7.3 a100 psi) que representan un espesor de relleno equivalente de hasta 36 metros (asumiendo un peso de unidad nominal de 19 kN/m^3). Se pueden encontrar los detalles adicionales de las pruebas del laboratorio en las hojas de datos del laboratorio de Knight Piésold (1994, 1996). Los datos de las pruebas de todas las muestra fueron combinadas y usadas para calcular los parámetros de la resistencia efectiva Mohr-Coulomb. Se calculó un ángulo de fricción efectivo (ϕ') de 31 grados. Para ser conservador, se asumió una cohesión efectiva insignificante (c'). Se muestra el envolvente de rotura en la Figura 11.

Se asumió que este material tenga un peso de unidad húmeda ($\gamma_{húmeda}$) de 19 kN/m^3 (121 lb/ft^3) y un peso de unidad saturado (γ_{sat}) de 20 kN/m^3 (127 lb/ft^3). Un peso de unidad saturada se consideró adecuado para el relleno estructural debido al clima tropical y la temporada de lluvias prolongada en el sitio, así como el hecho de que el contenido moderado a alto de finos del material puede atrapar la humedad y prevenir el desagüe.

5.4 Relleno de Suelo Arcilloso

Como fue indicado anteriormente, el relleno de suelo arcilloso probablemente consista de suelos de sobrecarga del sitio colocado como un relleno de ingeniería. Se asumió que el material sea dominantemente de granos finos con el 100% de las partículas siendo de 19 mm (0.75 pulgadas) o menores en tamaño con un contenido de finos moderados a altos. Con base en la variabilidad composicional de los materiales de la subsuperficie encontrados en el sitio (Figuras 6 a 9) el suelo arcilloso probablemente tenga un contenido de finos mayor que del 40% con una plasticidad ligera a mediana (índices de plasticidad, PI es generalmente menor que de 25).

Golder asumió que las pruebas del laboratorio de resistencia al corte para las muestras remodelados y compactadas de suelos de sobrecarga (discutidos en la sección anterior) también eran aplicables al material del suelo arcilloso. Se asumió que el suelo arcilloso tuviera un ángulo de fricción efectivo (ϕ') de 31 grados con una cohesión efectiva (c') de 0 kPa (Figura 11).

Para verificar esta resistencia medida, se utilizó la correlación empírica publicada por Terzaghi et al. (1996) para estimar el ángulo efectivo de fricción. Se muestra esta correlación en la Figura 12 y se relaciona el ángulo efectivo de fricción al índice de plasticidad (PI) del suelo. Se estimó un ángulo efectivo de fricción de 31 grados usando un valor promedio de PI (18) calculado de las propiedades geotécnicas en la base de datos. Este valor es consistente con la resistencia medida.

5.5 Sistema de Recubrimiento Base

En general, la resistencia al corte crítica (o limitante) en un sistema de recubrimiento geosintético es *la resistencia al corte de la interfaz* entre los materiales del suelo y el geosintético (no los materiales del suelo en sí mismos) (Koerner 2005). El propósito de las pruebas de resistencia al corte directo de la interfaz es determinar las propiedades de resistencia al corte de las interfaces del suelo-geosintético en un sistema de recubrimiento. Knight Piésold (1996) realizó unas pruebas de resistencia al corte directo de la interfaz para medir las propiedades de resistencia al corte de las interfaces del suelo-a-geosintético representados en el sistema de recubrimiento base. Golder no realizó pruebas de resistencia al corte directo de la interfaz como parte del programa de pruebas del laboratorio de 2013.

5.5.1 Pruebas de Resistencia Directa de la Interfaz

Se realizaron cuatro (4) pruebas de resistencia directa de la interfaz en dos (2) tipos diferentes de la interfaz suelo-geomembrana que son representativas de las combinaciones planeadas para su uso en la HLF. Todas la pruebas de resistencia directa de la interfaz usaron geomembrana marca *GSE* de alta densidad polietileno (HDPE por sus siglas en inglés) de 1.5 mm, texturada. Los dos tipos de la interfaz de suelo-geomembrana que fueron probados son:

- Geomembrana HDPE texturada de 1.5 mm vs. suelo arcilloso/recubrimiento de suelo (dos pruebas)
- Geomembrana HDPE texturada de 1.5 mm vs. mineral de la pila de lixiviación (dos pruebas)

Se realizó cada prueba de interfaz del suelo-geomembrana a cuatro o cinco esfuerzos de confinamiento normal diferentes que oscilaron de entre 3.4 a 690 kPa (0.5 a 100 psi) que representan un espesor equivalente de hasta 36 metros (asumiendo un peso de unidad nominal de 19 kN/m^3). Los detalles adicionales de las pruebas del laboratorio se pueden encontrar en las hojas de datos de Knight Piésold (1996).

Las muestras de suelo arcilloso/recubrimiento de suelo utilizadas en las pruebas de resistencia al corte de la interfaz fueron dos muestras "compuestas (denotadas como CPTP Compuesto 1 y CBTP Compuesto 2) que fueron creadas mediante la combinación de muestras múltiples a granel recogidas de los pozos de prueba excavados dentro de y al norte del WRD Chontal superior. Las muestras de mineral utilizadas para la pruebas consistieron de material lixiviado de una prueba de lixiviación de una columna grande. La fuente original del material de mineral fue una muestra "compuesta" del material tal como

sale de la mina (ROM) que se obtuvo mediante la combinación de materiales de algunos zanjas grandes excavaron en el sitio. Cada muestra tenía gradaciones de diferentes tamaño de partícula; ellas son: (1) Muestra A2-2 – 100% que pasa por la malla No. 4 (4.75 mm); y (2) Muestra B2 – 100% que pasa por la malla de 2 pulgadas (51 mm) con un contenido menor que del 5%. Se asumió ser representativa del material de cubierta del recubrimiento (que es compuesto del mineral de la pila de lixiviación) que generalmente sobreyace a la geomembrana.

La respuesta de resistencia al corte-desplazamiento al corte (τ-d) de las dos muestras de suelo arcilloso/recubrimiento de suelo y mineral se muestran en las Figuras 13 y 14 respectivamente. La resistencia al corte máxima ($\tau_{máxima}$) movilizada para cada muestra también se indica en estas figuras.

5.5.2 Desarrollo de Resistencia

Se caracteriza la resistencia al corte de una interfaz de suelo-geosintético por los parámetros efectivos del ángulo de fricción (δ') de la interfaz y una adhesión efectiva de la interfaz (a') (Koerner 2005). Los parámetros representativos de resistencia se basaban en una revisión de los datos existentes de pruebas de resistencia al corte así como el juicio ingenieril con base en la experiencia pasada de Golder con instalaciones de patio de lixiviación similares. Lo siguiente resume nuestras consideraciones para el desarrollo de resistencia:

- Las interfaces de suelo-geosintético tienen una resistencia al corte que es dependiente de la tensión y también dependiente de la cantidad de desplazamiento lateral o al corte (d) que ocurre a lo largo de la interfaz. En general, para una tensión normal constante, una interfaz de suelo-geosintético se movilizará progresivamente a una mayor resistencia al corte hasta llegar a un valor máximo ($\tau_{máximo}$). Con el incremento de desplazamiento del corte, la interfaz podría continuar la movilización de la resistencia cerca a (o ligeramente inferior que) este valor máximo, o podría mostrar una tendencia a la disminución siendo capaz de solo movilizar la resistencia que es una fracción de su valor máximo (denominado residual, $\tau_{residual}$) a mayores desplazamientos.
- Como se muestra en las Figuras 13 y 14, algunos puntos de prueba muestran un "máximo" bien definido junto con una reducción fuerte post-máxima. Sin embargo, la mayoría de estos puntos de prueba (para ambos recubrimiento del suelo y las muestras de mineral) muestran una disminución muy gradual en la resistencia (o ninguna) con el incremento del desplazamiento.
- En el campo, los desplazamientos al corte pueden ocurrir dentro de la base de recubrimiento (a lo largo de taludes laterales o áreas planas) debido a las actividades de construcción, instalación del recubrimiento, cubierta del material o procedimientos de la colocación del mineral, o asentamiento del propio mineral. Los desplazamientos al corte inducidos por estas actividades generalmente son inevitables durante la construcción y operación de la HLF y tienen el efecto de reducir la resistencia de la interfaz del suelo-geosintético de su valor máximo a su *resistencia residual.* Por esta razón, es más apropiado usar los parámetros de resistencia al corte de la interfaz con base en la condición de resistencia residual ($\delta'_{residual}$ y $a'_{residual}$ con base en $\tau_{residual}$) en vez de la condición de resistencia máxima ($\delta'_{máxima}$ and $a'_{máxima}$ con base en $\tau_{máxima}$).
- Los datos disponibles de pruebas muestran una respuesta variable τ-d. Las Figuras 13 y 14 muestran que la mayoría de las pruebas de resistencia directa no se extendieron a

grandes desplazamientos al corte (d), por lo tanto la respuesta post-máxima y la tensión residual al corte ($\tau_{residual}$) no fueron completamente medidas. Así, solamente los envolventes de rotura podrían determinarse de forma fiable de los datos de pruebas disponibles.

- El rango de la resistencia máxima de los envolventes de rotura para el recubrimiento de suelo-geomembrana texturada y las interfaces se muestran en la Figura 15 (los rangos están indicados por el sombreado gris). La resistencia al corte estimada del mineral del patio de lixiviación y la resistencia al corte medida para el suelo arcilloso/recubrimiento del suelo también se muestran para hacer una comparación.

- Los datos de interfaz directa al corte indican que las dos interfaces [interfaz de geomembrana texturada del mineral (área sombreado de gris obscuro) y la interfaz de recubrimiento de suelo-geomembrana (área sombreado de gris claro)], resistencias máximas movilizadas que son generalmente similares a los del recubrimiento del suelo y pila de mineral solos. En total, los resultados de la prueba de resistencia al corte de la interfaz son contrarios a la intuición debido a que las interfaces de geomembrana deben movilizar menos resistencia que los materiales de mineral y recubrimiento de suelo.

Para este estudio a nivel de pre-factibilidad, Golder lo considera apropiadamente cauteloso para usar los parámetros de resistencia para el sistema de base de recubrimiento que son representativos de *las condiciones de resistencia residuales.* Esto tiene base en nuestra experiencia pasada que sugiere desplazamientos al corte inducidos por las actividades de construcción reducirá la resistencia de la interfaz de geomembrana-a-suelo para los valores máximos a residuales. Adicionalmente, Golder consideró la resistencia al corte del sistema de la base de recubrimiento estar limitado (o controlado) por *la interfaz del recubrimiento de geomembrana-a-suelo;* el suelo arcilloso/recubrimiento del suelo, mineral de pila e interfaz de mineral-a-geomembrana texturada fueron asumidos para movilizar una resistencia mayor. Con base en eso, Golder asumió un ángulo de fricción de interfaz residual ($\delta'_{residual}$) de 21 grados y adhesión despreciable ($a'_{residual}$ = 0 kPa). El envolvente de resistencia residual que corresponde a estos parámetros se comparan con los datos de resistencia al corte directo de la interfaz en la Figura 15. La resistencia se considera razonable ya que es menor que la resistencia medida para el recubrimiento de suelo y la resistencia máxima medida para la interfaz de recubrimiento de suelo-a-geomembrana.

5.6 Materiales de Cimentación

El área del proyecto Cerro Quema consta de entre cero y 5 metros de suelos de sobrecarga que sobreyacen el lecho de roca. Geológicamente, los suelos de sobre carga constan de saprolita y laterita derivados de la alteración in-situ de la roca subyacente. El lecho de roca en el área del proyecto consta de andesita volcánica extrusiva, dacita y rocas basálticas con caliza sedimentaria y turbiditas que son parte de la Formación Río Quema.

Las instalaciones HLF y WRD sobreyacen la Unidad Superior de la Formación Rio Quema (Corral et al., 2011). El WRD Chontal superior sobreyace roca dacita que ha sido erosionada variablemente y alterada hidrotérmalmente (ambos la silicificación y la alteración de arcilla). La HLF

Maricela hacia el sur sobreyace una mezcla de sedimentos volcaniclásticos, areniscas ricas en cristales, capas de areniscas y calizas delgadas que están intruidos por diques basálticos-andesíticas.

Como parte del diseño del talud del tajo, Golder (2013) caracterizó las propiedades de masa de roca en y alrededor de los tajos La Pava y Quema-Quemita. La roca dacita en el área del tajo se caracterizó geotécnicamente con base en su ubicación encima de o debajo del límite de oxidación asociado con la mineralización. Golder (2013) definió la unidad geotécnica del Lecho de Roca Oxidado que ocurre más cerca de la superficie del suelo y una unidad de Lecho de Roca No Oxidado que ocurre a profundidad. Debido a la proximidad de los tajos al sitio del WRD, la unidad de Lecho de Roca Oxidado se asumió ser representativa de las rocas encontradas debajo de esta instalación. Golder (2013) caracterizó la resistencia al corte del Lecho de Roca Oxidado usando el modelo Generalizado de Hoek-Brown (Hoek et al., 2002) se usa para representar las masas de roca fuertemente divididas en una masa discontinua por estructuras geológicas tales como fracturas y diaclasas. Los parámetros requeridos para este modelo incluyen: (1) resistencia compresiva no confinada de la roca intacta (UCS); (2) clasificación de la masa de roca que es una medida cuantificada de la calidad de la masa de roca (con base en los datos de registros de núcleos) (RMR_{76}) (Bieniawski 1976); (3) un material constante para la roca intacta (m_i) con base en el tipo de roca; y (4) un factor de disturbio (D) que depende del grado de disturbio que la masa de roca ha sido sometido a la voladura o excavación. Los detalles del desarrollo de estos parámetros para las unidades de Lecho de Roca Oxidado se discuten en detalle en Golder (2013) y no se presentan en este documento. Los parámetros Generalizados de Hoek-Brown para el material de cimentación (por decir, dacita o lecho de roca oxidado) debajo del WRD se resumen en la Tabla 1 a continuación. Con la excepción de D, todos los otros parámetros son los mismos como los presentados en Golder (2013). En lugar de usar 0.7 para D (que representa daño moderado de voladura y excavación); se asumió un valor de cero para D para la roca inalterada debajo del WRD.

Como fue mencionado anteriormente, la roca debajo de la HLF es diferente que la del sitio del WRD. Adicionalmente, la mayoría de los datos del campo y pruebas del laboratorio disponibles están enfocados a la roca dacita en y alrededor de los tajos abiertos; información muy limitada está disponible para los sedimentos volcanoclásticos y areniscas hacia el sur. Los únicos datos que son específicos al sitio que están disponibles para el sitio del HLF son observaciones de campo y cartografía geológica de los afloramientos de roca realizados durante la investigación de Golder en 2013. Las observaciones del campo de estos afloramientos de roca indican que la roca puede ser más débil que la dacita encontrada en el sitio del WRD. Las estimaciones de campo de la resistencia de roca indican que la roca oscila de entre Muy Débil (R0) a Débil (R2) con una resistencia UCS aproximada que oscila de entre 0.25 MPa a 25 MPa (Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, ISRM índice de resistencia de roca). Este es menor que lo medido para la dacita (por decir, Lecho de Roca Oxidado); esta roca oscila de entre Débil (R2) a Fuerte (R4) (UCS de 5 MPa a 50 MPa). Aunque la roca puede ser más débil, la calidad de la masa de roca en el sitio de la HLF (RMR_{76} que oscila de 35 a 45 corresponde a calidad de roca Pobre a

Adecuado) es probablemente comparable a la de la dacita (RMR_{76} = 42 o calidad Adecuado; Tabla 1). Además, el m_i de 25 usado para la dacita es consistente con los rangos reportados para andesita (m_i = 25 ± 5) y del lado superior del rango para arenisca (m_i = 15 ± 7) (Hoek y Karzulovic, 2000).

Para el propósito de este estudio de pre-factibilidad, las propiedades de masa de roca desarrollado para la roca dacita al WRD fueron asumidos ser representativos de la masa de roca debajo de la HLF. Aunque la roca puede ser más débil en el sitio de la HLF, no se anticipa la inestabilidad de ambas instalaciones sea causada por la falla de estos materiales de cimentación. La resistencia al corte de la masa de roca debajo de cada una de estas instalaciones es considerablemente mayor que los materiales usados para construir estas instalaciones (por decir, mineral de la pila de lixiviación, roca estéril, base de recubrimiento y relleno estructural). Los envolventes de resistencia para estos materiales se comparan con la resistencia de masa de roca en la Figura 16. Además, para la roca, se utilizó un peso de unidad húmeda ($\gamma_{húmeda}$) de 23 kN/m^3 (146 lb/ft^3); esto es el mismo que se utilizó en Golder (2013).

5.7 Propiedades de Materiales Seleccionados

Los parámetros de resistencia y los pesos por unidad seleccionados para el mineral de pila de lixiviación, roca estéril, relleno estructural, sistema de la base de recubrimiento y la material de cimentación subyacente la HLF y el WRD propuestos se listan en la Tabla 1.

Tabla 1 – Resumen de las Propiedades de los Materiales usados en el Análisis de Estabilidad de Talud para las Instalaciones de la HLF y el WRD

Tipo de Material	$\gamma_{húmedo}$ (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	Tipo de Resistencia	Parámetros de Resistencia al Corte
Mineral de la Pila de Lixiviación	20	–	Mohr-Coulomb	ϕ' =34 grado c' = 0 kPa
Roca Estéril	20	–	Mohr-Coulomb	ϕ' =31 grado c' = 0 kPa
Relleno Estructural	19	20	Mohr-Coulomb	ϕ' =31 grado c' = 0 kPa
Sistema de la Base de Recubrimiento	19	–	Mohr-Coulomb	δ' =21 grado a' = 0 kPa
Materiales de Cimentación	23	–	Hoek-Brown Generalizado	UCS = 15,000 kPa RMR_{76} = 42 m_i = 25, D = 0

Notas: $\gamma_{húmedo}$ = peso por unidad húmeda; γ_{sat} = peso por unidad saturada; ϕ' = ángulos efectivo de fricción; c' = cohesión efectivo; δ' = ángulo de fricción de interfaz; UCS = resistencia a la compresión no confinada; RMR_{76} = clasificación de roca en masa; m_i = constante del material de Hoek-Brown para el tipo de roca; D = factor de perturbación.

5.8 Agua Subsuperficial

La información limitada de las condiciones del agua subterránea es disponible para el sitio Cerro Quema. Golder no encontró agua subterránea durante nuestra investigación en 2013. Tetra Tech (2008) informó sobre las condiciones de agua subterránea encontradas en los alrededores del WRD Chontal superior con base en cinco (5) piezómetros instalados en los barrenos perforados. En general, la profundidad de agua subterránea osciló de entre 0 a 20.4 metros debajo de la superficie del suelo con la mayoría de las mediciones tomadas a una profundidad de aproximadamente 5 metros. Es importante notar que las mediciones tomadas de estos cinco piezómetros fueron tomados después de un día de lluvia así que el nivel del agua subsuperficial podría haberse elevado por la precipitación reciente.

En consideración de los datos escasos así como la variabilidad inherente, Golder asumió un nivel de agua representativa de la subsuperficie para el uso en el análisis de estabilidad de estas dos instalaciones. Golder asumió que se encuentra el nivel de agua subsuperficial a una profundidad de 2 metros debajo de la superficie existente del suelo. Considerando el clima tropical y la temporada de lluvias prolongada, esta estimación del nivel poco profundo de agua subterránea es razonable, aunque conservador, para la condición a largo plazo de la HLF y el WRD. Este nivel de agua subsuperficial se utilizó en el análisis de ambas instalaciones.

6.0 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS SÍSMICOS

Knight Piésold realizó un análisis de los riegos sísmicos (SHA por sus siglas en inglés) para el proyecto de la mina Cerro Quema en 2005 (Knight Piésold, 2005). El SHA se basó en los enfoques de riegos sísmicos probabilista y determinista "simplificado" para proporcionar recomendaciones de las aceleraciones máximas del suelo (PGA por sus siglas en inglés) para eventos de terremotos de diseño con un periodo de retorno de 100 años; este evento corresponde a un 10% de probabilidad de excedencia en 10 años. Knight Piésold (2005) estimó una PGA de 0.20 g al sitio que ocurren desde un evento con una magnitud de 8.1 a una distancia de 30 kms del sitio. Se pueden encontrar los detalles adicionales de este análisis en Knight Piésold (2005).

Como parte del estudio de pre-factibilidad, Golder completó una revisión con base en la oficina del análisis anterior de los riesgos sísmicos. Adicionalmente, Golder revisó las fuentes sísmicas potenciales alrededor de 500 km dentro del sitio Cerro Quema; este involucró identificar la ubicación, magnitud de terremotos históricos, y actividad de la falla que rodean el área del proyecto. Con base en esto, Golder realizó un análisis determinista preliminar de los riesgos sísmicos (DSHA por sus siglas en inglés) y un análisis probabilista de los riesgos sísmicos (PSHA por sus siglas en inglés) utilizando ecuaciones actuales de predicción de movimientos de tierra (GMPE por sus siglas en inglés) y un enfoque probabilístico más robusto utilizando un mapa global de riesgos sísmicos. Los detalles del DSHA y el PSHA se presentan en el Apéndice D del reporte de diseño y no se discutirán aquí.

Para el diseño sísmico de la HLF y el WRD, Golder seleccionó un terremoto con un 10 por ciento de probabilidad de excedencia en 50 años; esto corresponde a un evento de terreno con un periodo de retorno de 475 años. Usando un evento de terremoto con esta probabilidad de excedencia es consistente con las prácticas actuales de la industria para el diseño de instalaciones de patio de lixiviación y almacenamiento de roca estéril. Para el evento de diseño, se estimó un PGA de 0.24 g. Este PGA es representativo de las condiciones del sitio que corresponden con la roca de afloramiento o suelo muy denso con una velocidad de onda al corte sobre 30 m (v_{s30}) de alrededor 760 m/s. Esto en generalmente consistente con las condiciones de la subsuperficie a los sitio de la HLF y el WRD.

7.0 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE TALUD

7.1 Análisis de Equilibrio Límite

Se realizaron análisis del equilibrio límite para evaluar la estabilidad estática y sísmica del talud del propuesto HLF y WRD. El evaluar la estabilidad del talud por límite de equilibrio involucra una evaluación sistemática de las superficies de deslizamiento de "ensayo" para identificar el mecanismo de falla crítico (o que limita) para el talud. El grado de inestabilidad de cada superficie de ensayo se evalúa por medio de un factor de seguridad (FS) que representa la relación de la resistencia a lo largo de la superficie del deslizamiento (movilizado por medio de material de resistencia al corte) sobre las fuerzas motrices que desestabilizan la masa deslizante. Los factores de seguridad fueron calculados usando el Método de Rebanadas de Spencer (Spencer 1967) e implementados en el programa de dos dimensiones de estabilidad del talud para límite de equilibrio *SLIDE* v. 6.0 (Rocscience 2012). El Método de Spencer satisface ambos los fuerzos horizontales y verticales y el equilibrio del momento es generalmente considerado ser un método de rebanada "preciso". Este método también se puede usar para evaluar la estabilidad de ambas las fallas de la superficie circulares y no circulares en *SLIDE*. Los algoritmos programados dentro del programa *SLIDE* se usan para generar las superficie de deslizamiento de ensayo para "buscar" sistemáticamente el talud del modelo para identificar la subsuperficie con el valor menor de FS; esto de denomina la superficie crítica de falla y representa el crítico o el más probable modo de falla para el talud bajo las condiciones asumidas.

7.2 Modos de Falla Potenciales

Se realizaron análisis separados de *SLIDE* para evaluar los modos de falla potenciales para cada instalación:

Para la instalación de patio de lixiviación:

- Superficies Tipo Bloque (no circulares) – usados para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a lo largo de las zonas preferidas de debilidad tales como a lo largo de los sistemas de recubrimiento y las interfaces de suelo-geomembrana. Estas superficies se extienden desde la cresta del talud y pasan a lo largo (no a través) del sistema de recubrimiento y salen a la punta del talud. Se evaluó la estabilidad de este

tipo de modo de falla para las Secciones 1 y 2 (para la HLF) y esta denotada como "tipo-bloque".

Para el botadero de roca estéril:

- Superficies del talud total –usados para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de la altura total del botadero y representan una falla de talud global (o total). Estas superficies se extienden desde la cresta del talud y salen cerca de la punta del talud. Se evaluó la estabilidad de este tipo de modo de falla para las Secciones 3 y 4 (para el WRD) y se denota como "talud total".

Para ambas instalaciones:

- Superficies tipo circular profundo – usados para evaluar los mecanismos de falla que se desarrollan a través de la altura total del talud y se extienden a las materiales de cimentación subyacentes. Se evaluó este tipo de falla para ambos la HLF y el WRD (Sección 1 a 4) y se denotan como "cimentación profunda".

Debido a la resistencia de los materiales de cimentación subyacente (Figura 16) las superficies de falla que se extienden a y penetran la masa de roca no se consideran un modo de falla crítico para la HLF o el WRD. Para demonstrar efectivamente esto sin realizar una búsqueda de superficie de deslizamiento, se evaluaron dos fallas de la superficie representativas que se extienden a los materiales de cimentación para las Secciones 1 y 2 de la HLF y Secciones 3 y 4 del WRD.

7.3 Análisis de Estabilidad con Carga Sísmica

Un análisis pseudoestático es un tipo de análisis del límite de equilibrio utilizado para evaluar la estabilidad de un talud durante un terremoto de diseño. En este análisis, se usa el programa *SLIDE* para determinar el FS del talud cuando sometido a la carga sísmica del evento de terremoto de diseño.

En un análisis pseudoestático, los efectos del terremoto se representan por una aceleración horizontal contante que, cuando multiplicado por el peso de la masa de la falla, produce un esfuerzo lateral desestabilizador que actúa mediante la masa potencial del deslizamiento. La aceración horizontal (expresado como un porcentaje de gravedad, 9.81 m/s$_2$) que produce este esfuerzo lateral se representa por un parámetro llamado el coeficiente sísmico (k).

El valor del coeficiente sísmico (k) utilizado en este análisis es seleccionado para reflejar el nivel anticipado de sacudimiento de un terremoto en el sitio, o más específicamente, las aceleraciones que actúan en la masa de falla potencial. El coeficiente sísmico utilizado en los análisis de estabilidad del talud se asume ser menor que el PGA previsto para este sito porque, durante el sacudimiento de un terremoto, una distribución espacial de aceleraciones que varían en el tiempo existen dentro del talud y no todos los puntos de la masa del suelo se mueven simultáneamente con la misma intensidad. Este tipo de análisis tiende a ser conservador, particularmente para los taludes grandes que pueden resistir algunos daño inducidos por un terremoto o deformación sin un efecto significativo en el rendimiento del talud como a menudo es el caso para las instalaciones del patio de lixiviación y botaderos de roca estéril.

Para este análisis, se utilizó un coeficiente sísmico representados por el 50 % del diseño del PGA para el sitio; esto corresponde a un coeficiente sísmico de 0.12 g.

7.4 Supuestos del Análisis

Para el propósito del análisis de estabilidad del límite del equilibrio del talud, se hicieron las siguientes suposiciones:

- Debido a la nivelación propuesta del suelo existente y la remoción de los suelos hasta una profundidad de 0.4 metros, se asumió que los materiales de cimentación (que constan de lecho de roca) estar directamente debajo del WRD y el sistema de la base de recubrimiento de la HLF. Los materiales de cimentación fueron modelados como una masa de roca discontinua usando el modelo generalizado de Hoek-Brown (Tabla 1).
- Para propósitos de modelación, el sistema de la base de recubrimiento en los modelos del talud de la HLF fueron modelados como una "capa" delgada al fondo de la pila. Esta capa tiene un espesor del modelo de alrededor 1 metro y representa los componentes (cubierta de recubrimiento del mineral del patio de lixiviación, suelo arcilloso) y las interfaces de geomembrana (mineral-a-geomembrana texturada, y recubrimiento texturado geomembrana-a-suelo). Las suposiciones se describen a continuación:
  - Una "capa" de recubrimiento de 1 m fue asignada propiedades de resistencia correspondiente a la interfaz de geomembrana, que fue asumida de controlar la resistencia de los sistemas de la base de recubrimiento; esto fue asumido ser la interfaz de geomembrana texturada-a-recubrimiento del suelo arcilloso. Las propiedades de resistencia al corte para esta interfaz crítica de geomembrana se resumen en la Tabla 1.
  - Un peso de unidad húmeda ($\gamma_{húmeda}$) de 19 kN/m^3 (representativo del recubrimiento del suelo arcilloso) fue asignado a la "capa" de recubrimiento que representa el sistema de la base de recubrimiento.
- Con base en la interpretación de los datos disponibles, un nivel de agua subsuperficial de 2 metros debajo de la superficie del suelo fue asumido. Este nivel de agua está presente en los materiales de cimentación así como en el relleno estructural en las áreas localizadas debajo de la propuesta HLF.
- El propuesto botadero incluye un diseño de subdrén para prevenir la acumulación de aguas dentro de la roca estéril. Este sistema de subdrén fue asumido ser operacional a largo plazo. Las presiones de acumulación de poro debido a la acumulación de agua dentro de la roca estéril no fue modelado en los análisis de estabilidad realizados en este estudio.
- La presencia de lixiviados encima de la base de recubrimiento y dentro del sistema de tuberías de colección es una condición operacional que existe solamente durante las actividades activas de lixiviación en la pila, y el diseño del sistema de tuberías pretende minimizar la presión de la lixiviación en la base del recubrimiento. Para la condición a largo plazo y de post-cierre, cuando se hayan terminado las actividades de lixiviación, las presiones de fluido encima del recubrimiento se presumió ser agotadas a niveles insignificantes. En consecuencia, las presiones de los flujos en la base de recubrimiento no fueron modeladas en el análisis de estabilidad realizada en este estudio.
- Se realizaron análisis separados de *SLIDE* para evaluar la estabilidad de un modo de falla "tipo bloque" (a lo largo del sistema de la base de recubrimiento) para la HLF y el modo de falla "talud total" para el WRD. Los algoritmos de búsqueda de superficie en *SLIDE* fueron utilizados para evaluar las 50,000 superficies de deslizamiento en cada análisis.

- Para el modo de falla "cimentación profunda" evaluado para la HLF y el WRD, no se utilizaron los algoritmos de búsqueda de superficie. En este modo de falla no se espera que sea crítico, dos (2) superficies de falla representativas que pasan a través de los materiales de cimentación fueron seleccionadas y evaluadas para demonstrar la estabilidad.

7.5 Criterios Aceptables de Estabilidad

Las secciones a continuación describen los criterios de diseño utilizados para evaluar la estabilidad estática y sísmica para las instalaciones HLF y WRD de la mina Cerro Quema.

7.5.1 Criterios de Estabilidad Estática

Los análisis de estabilidad estática del talud fueron realizados para confirmar la estabilidad de la HLF y el WRD para condiciones no sísmicas. Un valor mínimo de FS de 1.40 fue considerado adecuado para la estabilidad estática a largo plazo, post-cierre de estas instalaciones.

7.5.2 Criterios de Estabilidad Sísmico

Se realizaron los análisis pseudoestáticos de estabilidad del talud para confirmar la estabilidad de la HLF y el WRD bajo el evento de terremoto de diseño.

Para los análisis de estabilidad sísmica, se usó un coeficiente sísmico de 0.12g y eso representa el 50% del valor PGA determinados para el sitio. Usando este coeficiente sísmico, un factor de seguridad mínimo de 1.05 fue considerado aceptable para la estabilidad a largo plazo de un evento de terremoto de diseño.

El sacudimiento de un terremoto del evento de diseño tiene el potencial de causar daños inducidos por un terremoto o la deformación que puede impactar la capacidad de servicio de la instalación a largo plazo. Sin embargo, para demonstrar la estabilidad de la HLF y el WRD (es decir, pseudoestática FS > 1.00) cuando se someten al 50% del diseño PGA, se puede esperar que las deformaciones inducidas por un terremoto durante un evento de terremoto de diseño generalmente será menor que alrededor de 1 metro (aproximadamente 3 pies) (Hynes-Griffin and Franklin 1984). La deformación potencial será menor con el aumento en el factor de seguridad.

7.6 Programa de Evaluación de Estabilidad

La Tabla 2 resume el programa de análisis de estabilidad de talud realizado para las instalaciones HLF y WRD para la mina Cerro Quema. La tabla indica el tipo de análisis y el modo de falla evaluado.

Tabla 2 – Programa de Análisis de Estabilidad del Límite de Equilibrio para las Instalaciones HLF y WRD

Instalación	Sección	Tipo de Análisis y Modo de Falla

		CONDICIONES ESTÁTICAS (k = 0 g)			CONDICIONES SÍSMICAS (k = 0.12 g)		
		Tipo-Bloque	Pendiente Total	Cimentación Profunda	Tipo-Bloque	Pendiente Total	Cimentación Profunda
HLF	1	●	○	●	●	○	●
	2	●	○	●	●	○	●
WRD	3	○	●	●	○	●	●
	4	○	●	●	○	●	●

Nota: ● – Indica condición evaluada; ○ – Indica una condición no evaluada.

8.0 RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ESTABILIDAD

Los resultados de los análisis de estabilidad estática y pseudoestática de talud proporcionados en esta sección se basan en las características geométricas asumidos de la HLF y WRD, propiedades geotécnicas de los materiales, y condiciones de carga sísmica descritos en las secciones anteriores. Las secciones a continuación resumen los resultados de los análisis de estabilidad para las instalaciones HLF y WRD de la mina Cerro Quema.

8.1 Resultados de Estabilidad Estática

El FS estático calculado para cada sección transversal de la HLF y el WRD se resumen en la Tabla 3. Los resultados del análisis estático de estabilidad del talud para ambas instalaciones se muestran en las impresiones del modelo en el programa *SLIDE* en el Anexo A. Las figuras en este apéndice muestran las superficies de falla crítica (por ejemplo, la superficie con el valor más bajo de FS) identificadas para cada sección bajo condiciones estáticas (nota: para el modo de falla de "cimentación profunda" solo se evaluaron 2 superficies). Las Figuras A1 a A4 muestran los resultados de los modos de falla "tipo bloque" y "cimentación profunda" para la HLF (Secciones 1 y 2). La Figuras A5 a A8 muestran los resultados de los modos de falla "talud total" y "cimentación profunda" para el WRD (Secciones 3 y 4).

Tabla 3 – Resumen de los FS del Análisis de Estabilidad de Talud de las Instalaciones HLF y WRD

Instalación	Sección	FS Estático para Cada Modo de Falla		
		Tipo-Bloque	Pendiente Total	Cimentación Profunda
HLF	1	1.56	–	2.91, 3.41
	2	1.49	–	2.73, 3.41
WRD b	3	–	1.61	3.39, 4.40
	4	–	1.62	3.00, 4.78

Nota: Los dos (2) valores listados en la columna "cimentación profunda" corresponden a los FS calculados para las dos superficies representativas de falla que pasan a través de los materiales de cimentación.

8.2 Resultados de Estabilidad Sísmica

El FS pseudoestático calculado para cada sección transversal de la HLF y WRD se resume en la Tabla 4. Los resultados del análisis de estabilidad sísmica del talud para ambas instalaciones se muestran en las impresiones del modelo en el programa *SLIDE* en el Anexo B. Las figuras en este anexo muestran las superficies de falla crítica (por ejemplo, la superficie con el valor más bajo) identificadas para cada sección bajo carga sísmica del evento de terremoto de diseño (nota: para el modo de falla "cimentación profunda" solo se evaluaron dos superficies). Las Figuras B1 a B4 muestran los resultados de los modos de falla "tipo bloque" y "cimentación profunda" para la HLF (Secciones 1 y 2). Las Figuras B5 a B8 muestran los resultados de los modos de falla para el "talud total" y "cimentación profunda" para el WRD (Secciones 3 y 4).

Tabla 4 – Resumen de los FS del Análisis de Estabilidad Pseudoestática de Talud para las Instalaciones HLF y WRD

Instalación	Sección	Pseudoestática Para Cada Modo de Falla (k=0.12 g)		
		Tipo-Bloque	Pendiente Total	Cimentación Profunda
HLF	1	1.10	–	2.12, 2.60
	2	1.06	–	2.03, 2.65
WRD	3	–	1.18	2.46, 3.11
	4	–	1.18	2.14, 3.20

Nota: Los dos (2) valores listados bajo la columna "cimentac ón profunda" corresponden a los FS calculados para las dos superficies representativas de falla que pasan a través de los materiales de cimentación.

9.0 DISCUSIÓN

Las secciones a continuación discuten los resultados de los análisis de estabilidad estática y sísmica para las instalaciones de la mina Cerro Quema.

9.1 Estabilidad Estática

Para la HLF (Secciones 1 y 2) el análisis de estabilidad dió valores de FS que oscilaron de entre 1.49 a 1.56 para los modos de falla "tipo bloque" a lo largo del sistema de la base de recubrimiento. Para el WRD (Secciones 3 y 4), el análisis de estabilidaddió valores de FS que oscilaron entre 1.61 a 1.62 para la falla de "talud total" que pasan a través de la altura total del botadero. Para ambas instalaciones, el FS del modo de falla de la "cimentación profunda" osciló entre 2.73 a 4.78 y fue aproximadamente del 83% a 195% más altos que el FS de los modos de falla tipo bloque (HLF) y "talud total" (WRD). Comparativamente, los valores FS (Tabla 3) indican que las fallas a lo largo del sistema de recubrimiento

de la HLF y a través de roca estéril en el WRD son modos de falla más críticos que las fallas de superficie profunda que pasan a través de los materiales de cimentación.

Los FS calculados se comparan con los criterios de diseño (FS = 1.40 para condiciones estáticas) en la Tabla 5. Los valores FS para la HLF (Secciones 1 y 2) y el WRD (Secciones 3 y 4) para todos los modos de falla evaluados (es decir, tipo bloque, talud total, cimentación profunda) resultaron estar *encima de* los criterios mínimos de estabilidad para la condición estática a largo plazo indicando estabilidad favorable para estas instalaciones.

Tabla 5 – Comparación de los Valores de FS Calculados con los Criterios de Estabilidad de Diseño para la Estabilidad Estática y Sísmica para las Instalaciones HLF y WRD

Instalación	Sección	Modo de Falla	ESTÁTICO Criterio de Diseño - FS ≥ 1.40		SÍSMICO Criterio de Diseño - FS ≥ 1.05	
			FS Calculado[(1)]	¿Aceptable?	FS Calculado[(1)]	¿Aceptable?
HLF	1	Tipo-Bloque (a lo largo de recubrimiento)	1.56	Sí	1.10	Sí
	2		1.49	Sí	1.06	Sí
	1	Cimentación Profunda	2.91	Sí	2.12	Sí
	2		2.73	Sí	2.03	Sí
WRD	3	Pendiente Total (dentro de la roca estéril)	1.61	Sí	1.18	Sí
	4		1.62	Sí	1.18	Sí
	3	Cimentación Profunda	3.39	Sí	2.46	Sí
	4		3.00	Sí	2.14	Sí

Nota: [(1)] – Para las Secciones 1 y 2 (HLF) y las Secciones 3 y 4 (WRD), los valores FS listados para el modo de falla de "cimentación profunda" fueron tomados como el valor menor de las dos superficies evaluadas por cada instalación.

9.2 Estabilidad Sísmica

Para la HLF (Secciones 1 y 2), los análisis de estabilidad pseudoestática dió valores FS que oscilaron entre 1.06 a 1.10 para los modos de falla "tipo bloque" a lo largo del sistema de la base de recubrimiento bajo condiciones sísmicas (k = 0.12 g). Para el WRD (Secciones 3 y 4), el análisis de estabilidad pseudoestática cedió un valor FS de 1.18 para la falla "talud total" que pasa a través de la altura total del botadero. Para ambas instalaciones, el FS para el modo de falla "cimentación profunda" osciló entre 2.03 a 3.20 y estos valores fueron aproximadamente el 81% a 171% mayores que el FS de los modos de falla tipo bloque (HLF) y "talud total" (WRD). Comparativamente, los valores FS (Tabla 4) indican que las fallas a lo largo del sistema de recubrimiento de la HLF y a través de la roca estéril en el WRD son

modos de falla más críticos bajo carga de terremoto que las superficies de falla profunda que pasan a través de los materiales de cimentación.

Los FS calculados se comparan a los criterios de diseño (FS = 1.05 para condiciones sísmicas) en la Tabla 5. Los valores FS para la HLF (Secciones 1 y 2) y WRD (Secciones 3 y 4) para todos los modos de falla evaluados (por ejemplo, tipo bloque, talud total, y cimentación profunda) resultaron estar *encima de* los criterios mínimos de estabilidad indicando estabilidad favorable para estas instalaciones bajo las condiciones sísmicos de diseño.

10.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo siguiente resume las conclusiones y recomendaciones de Golder con base en el análisis preliminar de estabilidad de talud realizado para el diseño de pre-factibilidad del propuesta HLF Maricela y el WRD Chontal superior en la mina Cerro Quema.

- El análisis de estabilidad para la condición estática indica que los diseños propuestos para la HLF Maricela y el WRD Chontal superior son estables geotécnicamente bajo condiciones a largo plazo, post-cierre. Los valores FS calculados para las condiciones estáticas están *encima del* criterio de diseño de condiciones estables de talud.
- El análisis de estabilidad para la *condición sísmica* (evento de diseño de 10% probabilidad en 50 años, periodo de retorno de 475 años) indica que los diseños propuestos para la HLF Maricela y el WRD Chontal superior son estables geotécnicamente bajo condiciones a largo plazo, post-cierre. Los valores FS calculados para las condiciones sísmicas están *encima de* los criterios de diseño para condiciones estables de talud.
- Los análisis indicaron que las fallas que se desarrollan a lo largo del sistema de la base de recubrimiento (para la HLF Maricela) y las que pasan a través de la altura total de la roca estéril (para el WRD Chontal superior) son el modo de falla *crítico* para estas instalaciones bajo ambas condiciones estáticas y sísmicas.
- Para el HLF y WRD, los modos de falla que pasan a través de los materiales de cimentación dieron valores FS significativamente mayores que las fallas a lo largo del sistema de la base de recubrimiento (HLF) o a través de la roca estéril (WRD). Con base en eso las fallas de cimentación profunda que penetran a la masa de roca debajo de estas instalaciones se consideran indicar un riesgo bajo de inestabilidad.
- En el análisis de estabilidad, un mecanismo de falla que consta de superficies "de poca profundidad" que se desarrollan enteramente a lo largo de la cara del talud de la pila y el botadero no se evaluaron. Debido a su naturaleza superficial de tipo intricado/enmarañado, esta falla plantea un riesgo bajo de comprometer la estabilidad del talud o del rendimiento total de la instalación (bajo ambas condiciones estáticas y sísmicas). Adicionalmente, se anticipa que las actividades de reclamación y re-nivelación de la HLF y el WRD para el cierre mejorará la estabilidad total de la instalación especialmente para estas fallas superficiales.
- Se realizó este estudio de pre-factibilidad con base en los datos geotécnicos colectados durante la investigación de campo de Golder en 2013 así como los datos geotécnicos del laboratorio de reportes anteriores (Knight Piésold 1994, 1996, Tetra Tech 2008). Para las etapas de diseño posteriores para las instalaciones de la mina Cerro Quema, recomendamos lo siguiente:

- Los datos adicionales de las condiciones hidrogeológicas específicas del sitio al WRD Chontal superior y la HLF Maricela deben ser colectados. Para los análisis de estabilidad, se hicieron supuestos conservadores con respecto a la profundidad del agua subsuperficial para ambas instalaciones. Este supuesto se basa en las mediciones existentes de piezómetro en el sitio del WRD que indican una profundidad variable de agua subsuperficial. Se recomienda que las investigaciones de campo futuros en los sitios de la HLF y el WRD deben incluir la instalación de piezómetros para medir (y verificar) las condiciones subsuperficiales de agua).
- Los datos adicionales se deben colectar para caracterizar mejor la profundidad, la variabilidad, y las propiedades geotécnicas de los suelo de sobrecarga (por ejemplo, saprolita, laterita) así como el tipo de roca subyacente y calidad de masa de roca debajo de la HLF Maricela y el WRD Chontal superior. Para caracterizar adecuadamente estas condiciones, se recomienda la perforación de núcleos de roca y muestreo.
- Se recomienda pruebas de laboratorio adicionales para los materiales de mina que son "representativos" de lo que se encontrará (o usará) en el campo.
  - Esto incluye pruebas (pruebas índice y de resistencia) de las muestras de mineral del patio de lixiviación que son representativas de su gradación objetiva y tipo de aglomeración (si es aplicable). Para este estudio, las resistencias de mineral fueron estimadas usando una correlación empírica; la fiabilidad de la caracterización de resistencia puede ser mejorada si se realizan pruebas.
  - Las pruebas índice y de resistencia deben ser realizadas en muestras de material de recubrimiento de suelo arcilloso que son representativas (o que cumplan) las especificaciones técnicas de gradación, compactación, y plasticidad. Para este estudio, se desarrollaron las resistencias del recubrimiento de suelo arcilloso de pruebas existentes realizada de muestras de suelo remoldeadas de tipo de suelo y técnicas de preparación (compactación) variadas; se puede mejor la confiabilidad de la caracterización de resistencia si se usan más muestras representativas y si se realizan pruebas.
- Para la HLF Maricela, la caracterización adecuada de la resistencia al corte de la interfaz de suelo-a-geomembrana es crítica para la evaluación de la estabilidad geotécnica. Para este estudio, los datos de estudios anteriores fueron considerados y el juicio de ingeniería con base en las experiencias anteriores de Golder fue usado para desarrollar las resistencias al corte apropiadas para el sistema de la base de recubrimiento. Golder considera que la resistencia utilizada en este trabajo es apropiada para la evaluación a nivel de pre-factibilidad. Sin embargo, se recomienda que para las fases de diseño futuras que se realicen pruebas de corte directa de la interfaz (utilizando materiales de la mina que son "representativos" y geosintéticos propuestos) para caracterizar mejor la resistencia al corte de la base de recubrimiento de la HLF Maricela.

11.0 REFRENCIAS

Bieniawski, Z. T. (1976). "Rock mass classifications in rock engineering." in *Proceedings of Symposium on Exploration for Rock Engineering*, Johannesburg, South Africa, November 1-5, 97-106.

Corral, I., Griera, A., Gomez-Gras, D., Corbella, M., Canals, A., Pineda-Falconett, M., Cardellach, E., (2011). "Geology of the Cerro Quema Au-Cu Deposit (Azuero Peninsula, Panama)." *Geologica Acta*, 9(3-4), 481-498.

Golder (2013). *DRAFT Pre-Feasibility Level Pit Slope Design Study,* Report prepared for Pershimco Resources Ltd. by Golder Associates Inc., dated December 2013.

Hoek, E., Carranza-Torres, C. and Corkum, B. (2002). "Hoek-Brown criterion – 2002 edition." in *Proceedings of NARMS-TAC Conference*, Toronto, Ontario, 1, 267-273.

Hoek, E., and Karzulovic, A. (2000). "Rock-Mass Properties for Surface Mines" in *Slope Stability in Surface Mining*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME), 59-69.

Hynes-Griffin, M.E., and Franklin, A. G. (1984). "Rationalizing the seismic coefficient method." *Miscellaneous Paper GL-84-13,* Geotechnical Laboratory, U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.

Knight Piésold (1994). *Cerro Quema Project Feasibility Study Geotechnical/Geochemical Field Investigation Report.* Report prepared for Amax Gold Inc. by Knight Piésold and Co., dated October 28, 1994.

Knight Piésold (1996). *Cerro Quema Project Geotechnical Investigation Report*. Report prepared for Kappes, Cassiday & Associates by Knight Piésold LLC, dated November 6, 1996.

Knight Piésold (2005). *RNC Gold Inc. Cerro Quema Project Seismic Hazard Assessment.* Report prepared for RNC Gold, Inc. by Knight Piésold and Co., dated February 1, 2005.

Koerner, R. M. (2005). *Designing with Geosynthetics*. 5th ed. Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

Rocscience (2012). *SLIDE v. 6.016 – 2D Limit Equilibrium Slope Stability Analysis*, Rocscience, Inc., Toronto, Ontario.

Spencer, E. (1967). "A method of analysis for the stability of embankments assuming parallel inter-slice forces." *Géotechnique*, 17(1), 11-26.

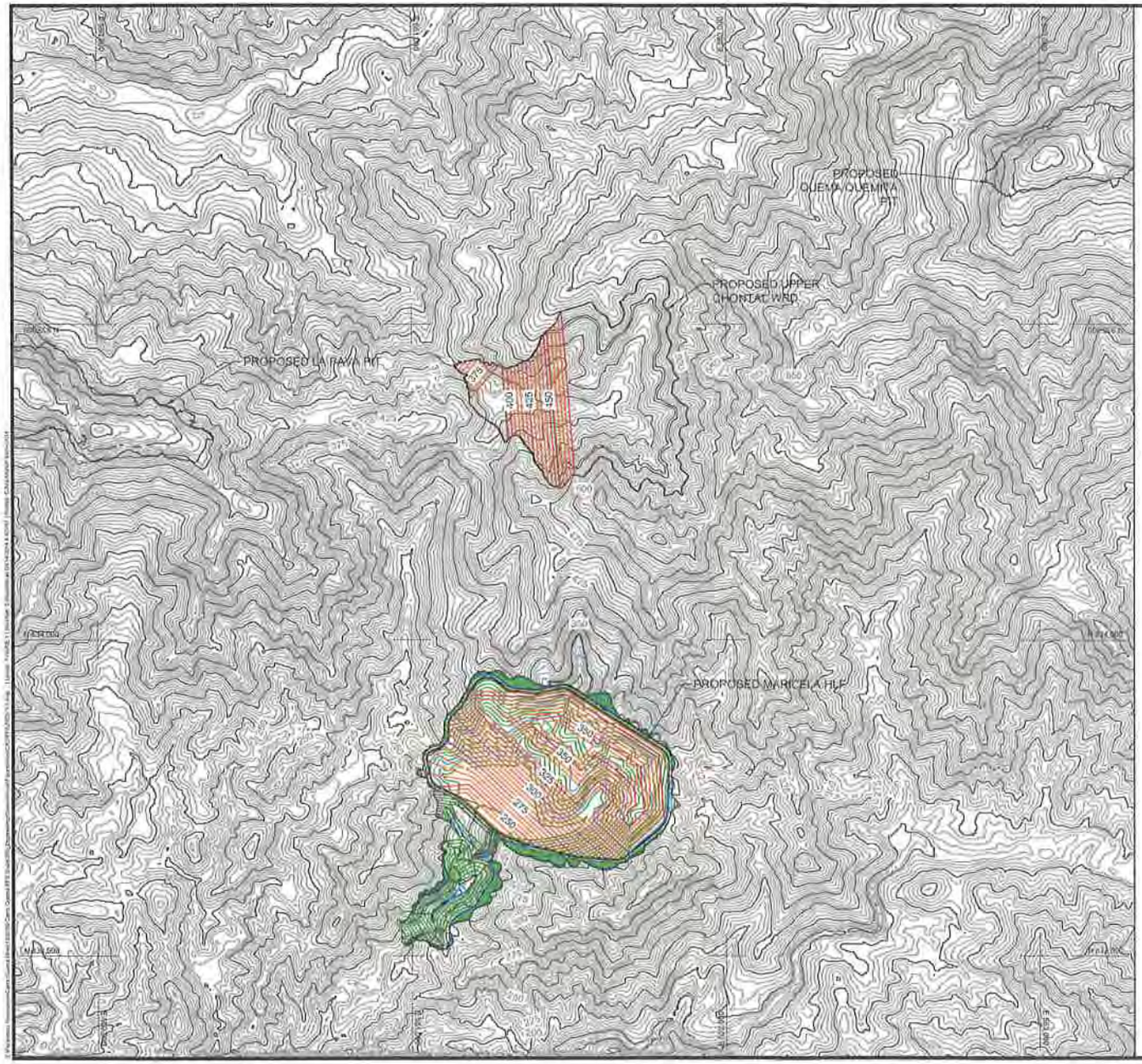
Terzaghi, K., Peck, R.B., and Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley and Sons, Inc., New York, New York.

Tetra Tech (2008). *Sediment Dam and Waste Dump Technical Memorandum of Geotechnical Investigation and Stability Analysis Results*. Report prepared for Bellhaven Copper & Gold Inc. by Tetra Tech, dated June 10, 2008.

U.S. Navy. (1982). *Soil Mechanics*. NAVFAC Design Manual 7.1, Naval Facilities Engineering Command, Arlington, Virginia.

~~1199~~ 1200

FIGURAS



LEGEND

- 300 — EXISTING GROUND CONTOURS (NOTE 1)
- 300 — PROPOSED SURFACE FACILITY CONTOURS
- 300 — PROPOSED LEACH PAD CONTOURS
- BOUNDARIES OF PROPOSED FACILITIES

NOTES

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED JULY 8, 2013; DEM.dem. PROCESS PLATFORM AREA TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED AUGUST 13, 2013; AREA DE PLANTA AGOSTO 13 DE 2013.dwg

N

0 250 500 750

SCALE 1:12,500 METERS

PROJECT: PRE-FEASIBILITY STABILITY EVALUATION OF THE HLF AND WRD FOR THE CERRO QUEMA MINE PROJECT

TITLE: **PROPOSED HLF AND WRD LAYOUT FOR THE CERRO QUEMA MINE**

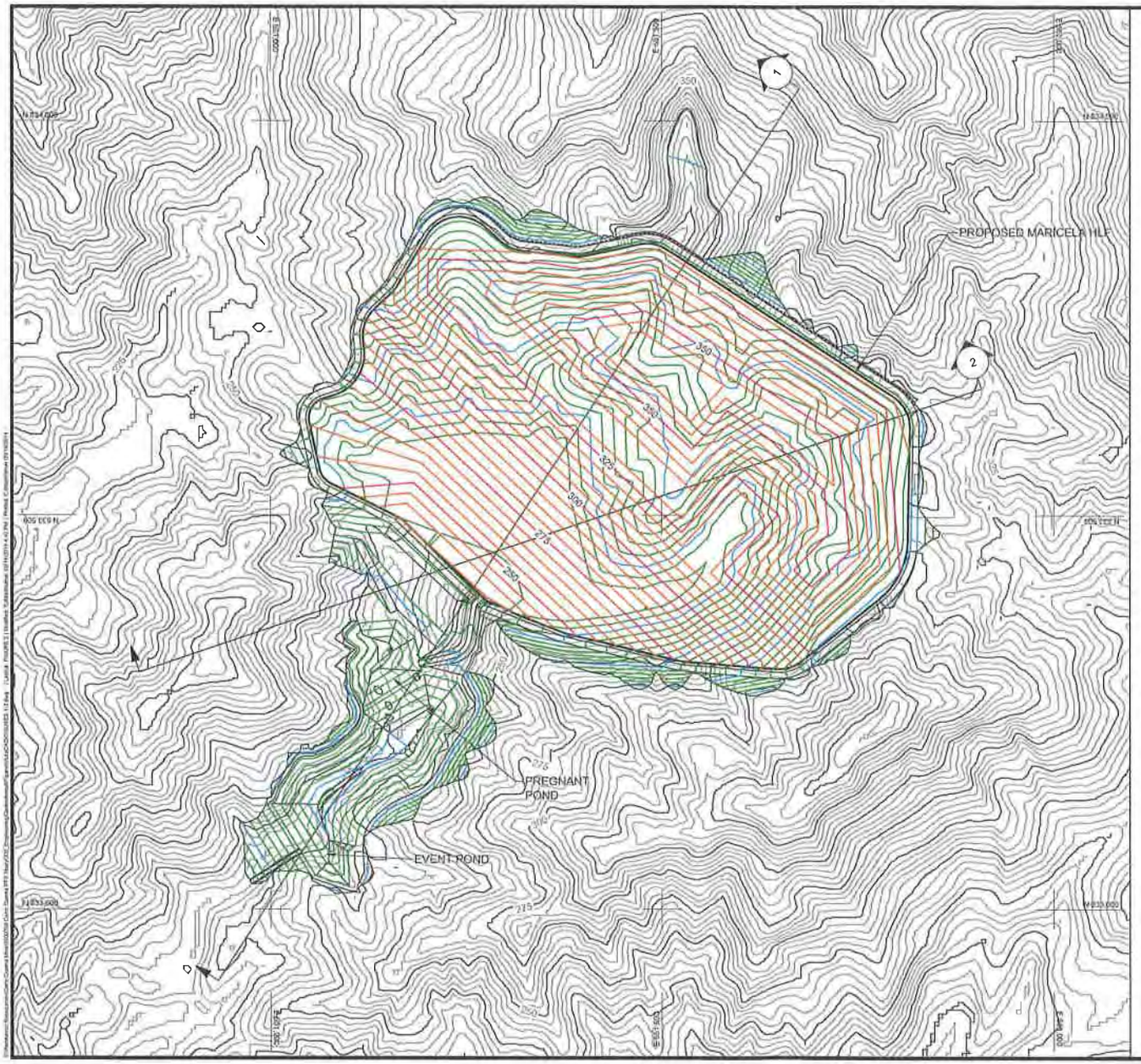
Golder Associates

PROJECT No. | FILE No

DESIGN | CADD | CHECK | REVIEW

SCALE AS SHOWN

FIGURE 1



LEGEND

- 300 — EXISTING GROUND CONTOURS (NOTE 1)
- 300 — PROPOSED SURFACE FACILITY CONTOURS
- 300 — PROPOSED LEACH PAD CONTOURS
- BOUNDARIES OF PROPOSED FACILITIES

NOTES

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED JULY 8, 2013; DEM.dem. PROCESS PLATFORM AREA TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED AUGUST 13, 2013; AREA DE PLANTA AGOSTO 13 DE 2013.dwg.

N

0 100 200 300
SCALE 1:5,000 METERS

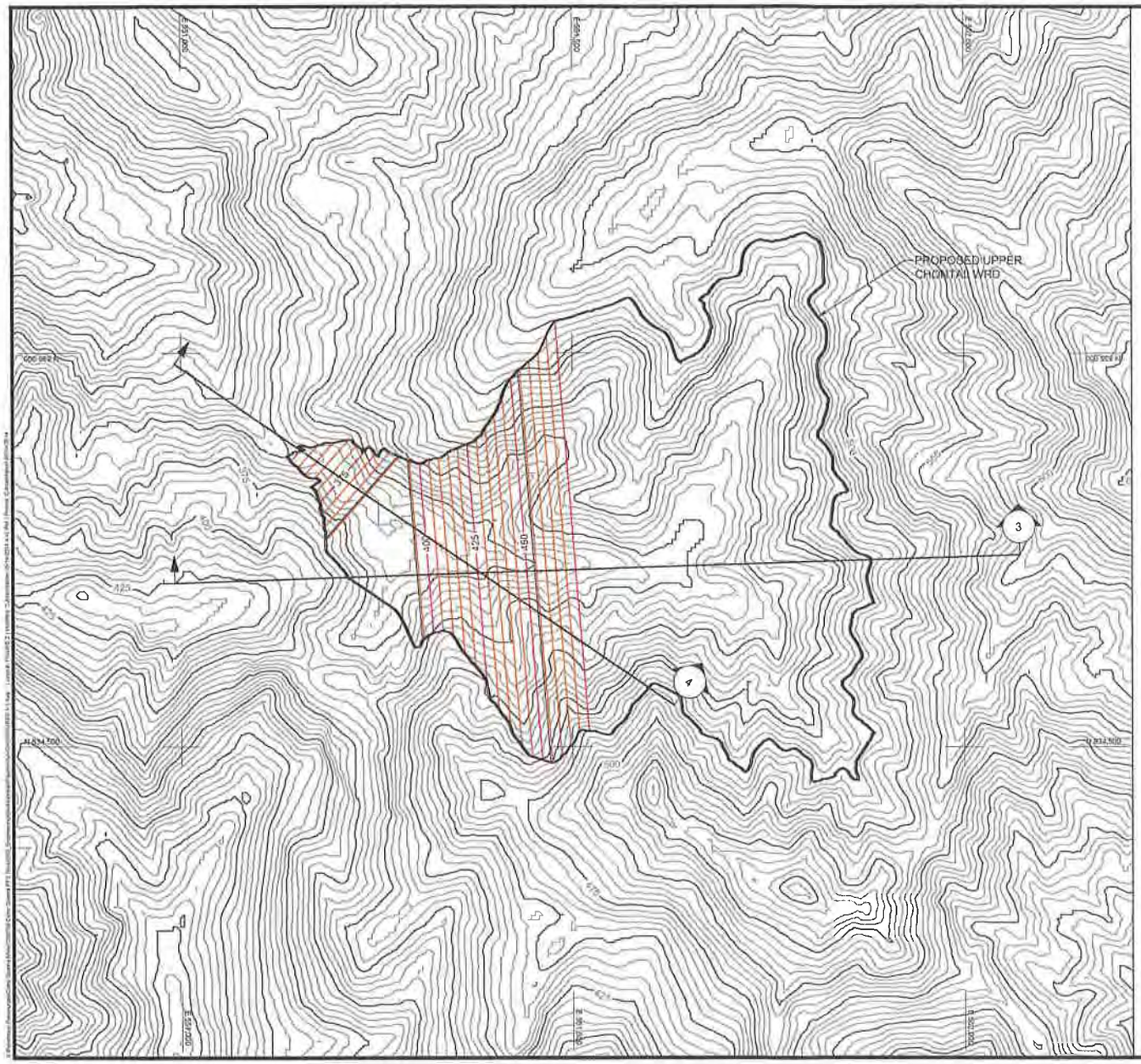
PROJECT
PRE-FEASIBILITY STABILITY EVALUATION OF THE HLF AND WRD FOR THE CERRO QUEMA MINE PROJECT

TITLE
PROPOSED MARICELA HEAP LEACH FACILITY

Golder Associates

PROJECT No.		1300709	FILE No.	
DESIGN	GAM	2014-1-17	SCALE	AS SHOWN
CADD	GAM	2014-1-17	FIGURE	
CHECK	PMB	2014-1-17		FIGURE 2
REVIEW	RAB	2014-1-17		

1200
1201



LEGEND

300 EXISTING GROUND CONTOURS (NOTE 1)

300 PROPOSED SURFACE FACILITY CONTOURS

BOUNDARIES OF PROPOSED FACILITIES

NOTES

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED JULY 8, 2013; DEM.dem. PROCESS PLATFORM AREA TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED AUGUST 13, 2013; AREA DE PLANTA AGOSTO 13 DE 2013.dwg

N

0 100 200 300

SCALE 1:5,000 METERS

PRE-FEASIBILITY STABILITY EVALUATION OF THE HLF AND WRD FOR THE CERRO QUEMA MINE PROJECT

TITLE

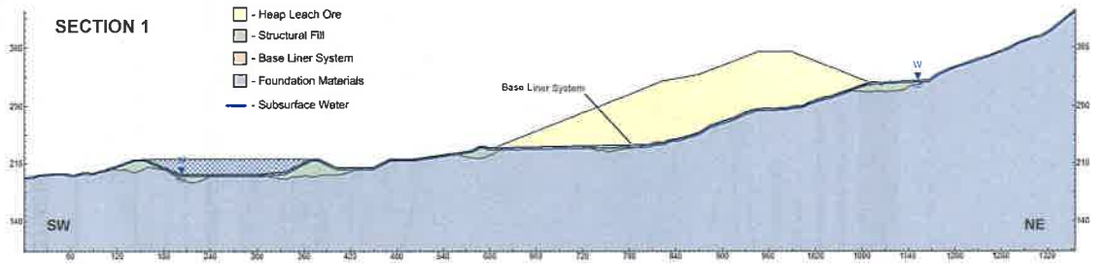
PROPOSED UPPER CHONTAL WASTE ROCK DUMP

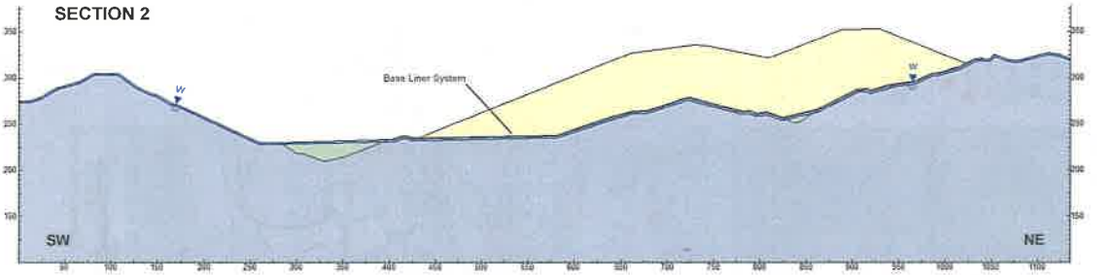
Golder Associates

PROJECT No.		1663726	FILE No.	3100A
DESIGN	SAM	2014-1-17	SCALE	AS SHOWN
CADD	SAM	2014-1-17	FIGURE	
CHECK	PNS	2014-1-17		FIGURE 3
REVIEW	RAB	2014-1-17		

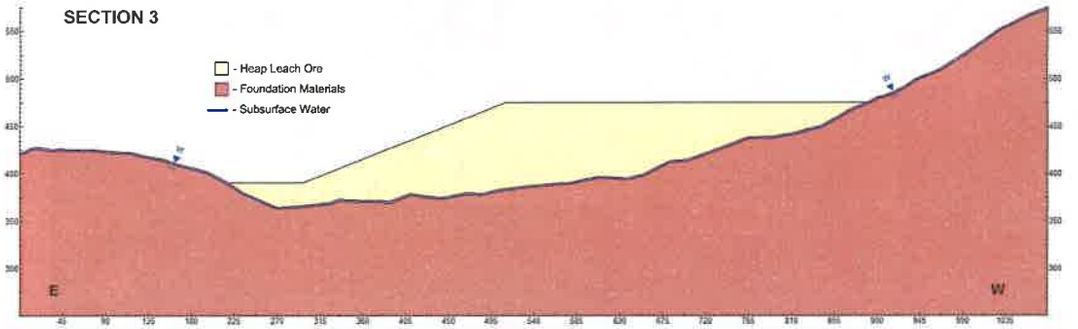
~~1201~~ 1202

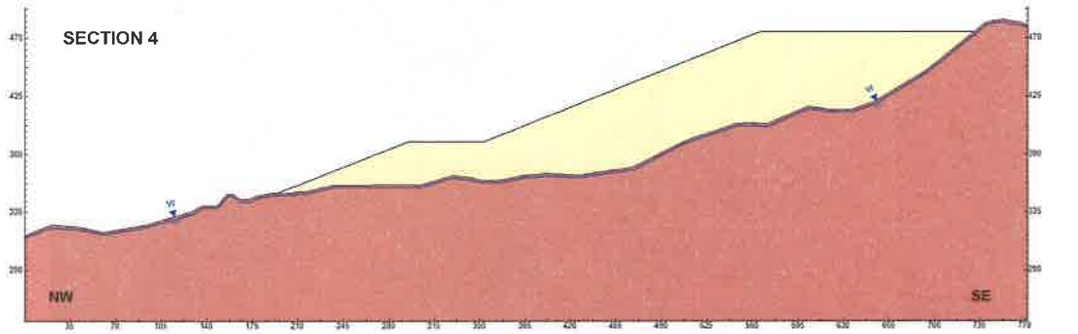
MARICELA HEAP LEACH FACILITY (HLF)





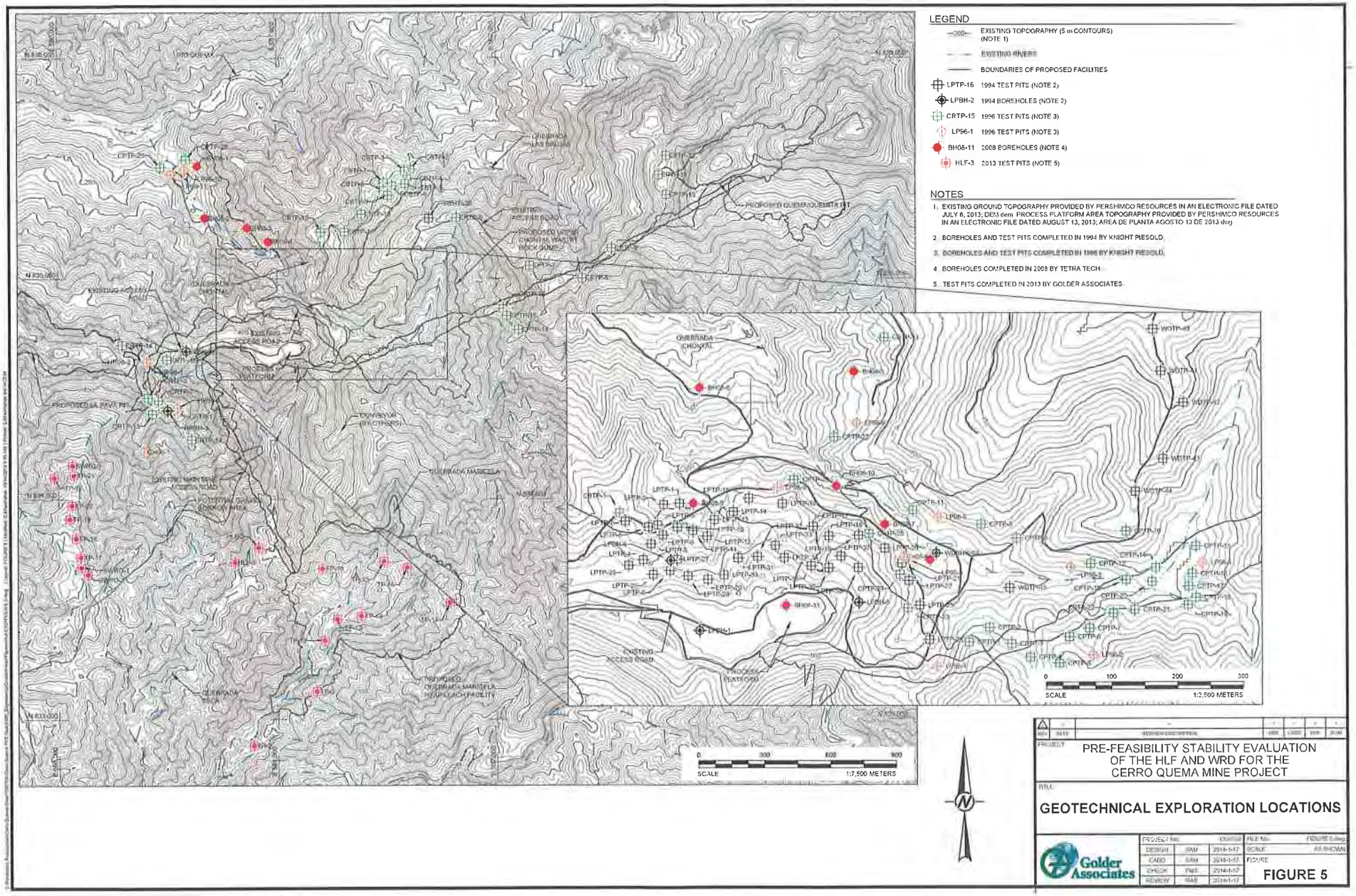
UPPER CHONTAL WASTE ROCK DUMP (WRD)





Note: Vertical and horizontal scales are in units of meters. Cardinal directions indicate approximate orientation of cross-section.

Golder Associates 595 DOUBLE EAGLE CT., SUITE 1000 RENO, NEVADA 89521 PHONE: (775) 828-9604 FAX: (775) 828-8645	TITLE: SECTIONS 1 AND 2 FOR MARICELA HLF AND SECTIONS 3 AND 4 FOR UPPER CHONTAL WRD		
CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — CERRO QUEMA MINE HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY	ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	DESIGN BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
	PROJECT NO. 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	FIGURE 4

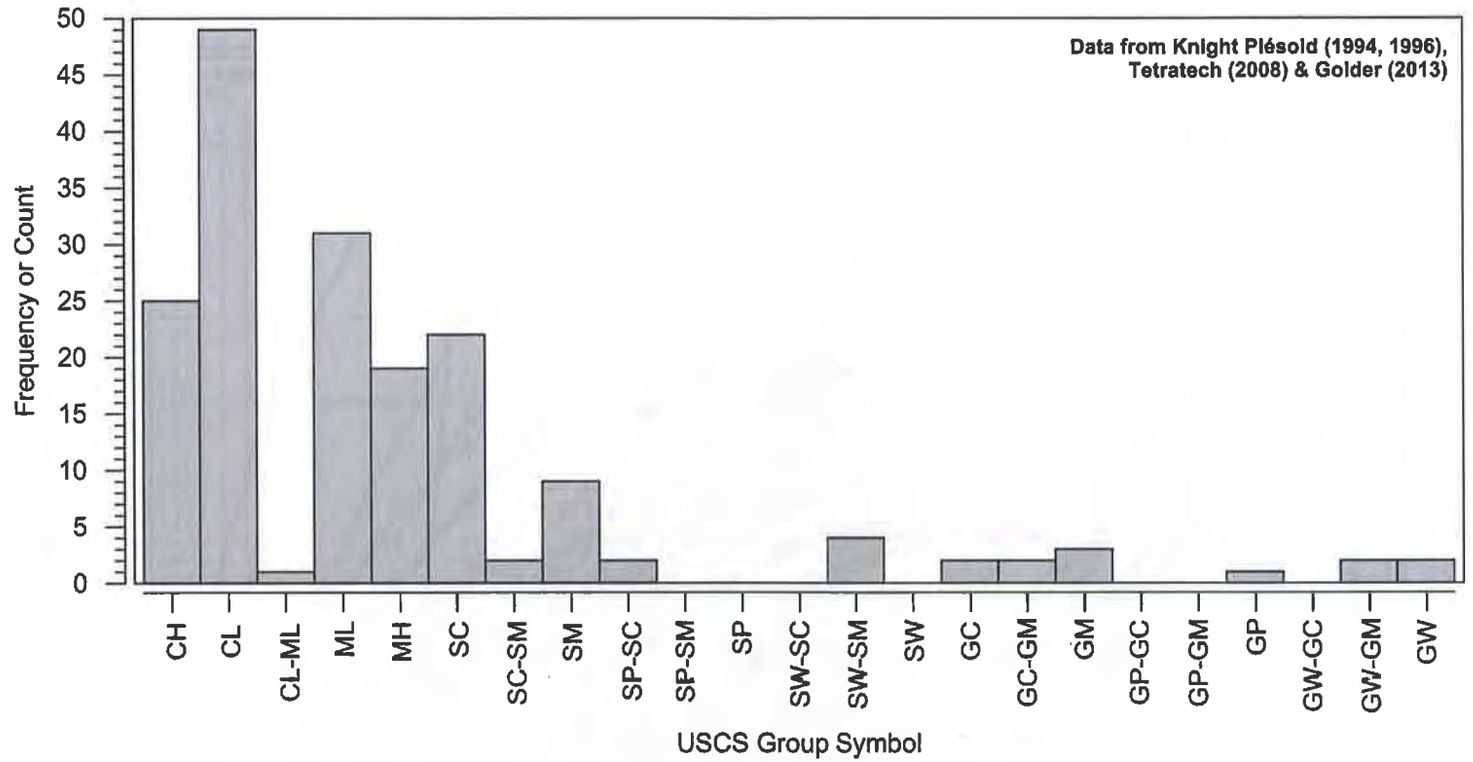


PRE-FEASIBILITY STABILITY EVALUATION OF THE HLF AND WRD FOR THE CERRO QUEMA MINE PROJECT

GEOTECHNICAL EXPLORATION LOCATIONS

Golder Associates

PROJECT No.		DOC/Cat	FILE No.
DESIGN	SAM	2014-1-17	SCALE AS SHOWN
CADD	SAM	2014-1-17	FIGURE
CHECK	PMS	2014-1-17	
REVIEW	SAM	2014-1-17	FIGURE 5



Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE:

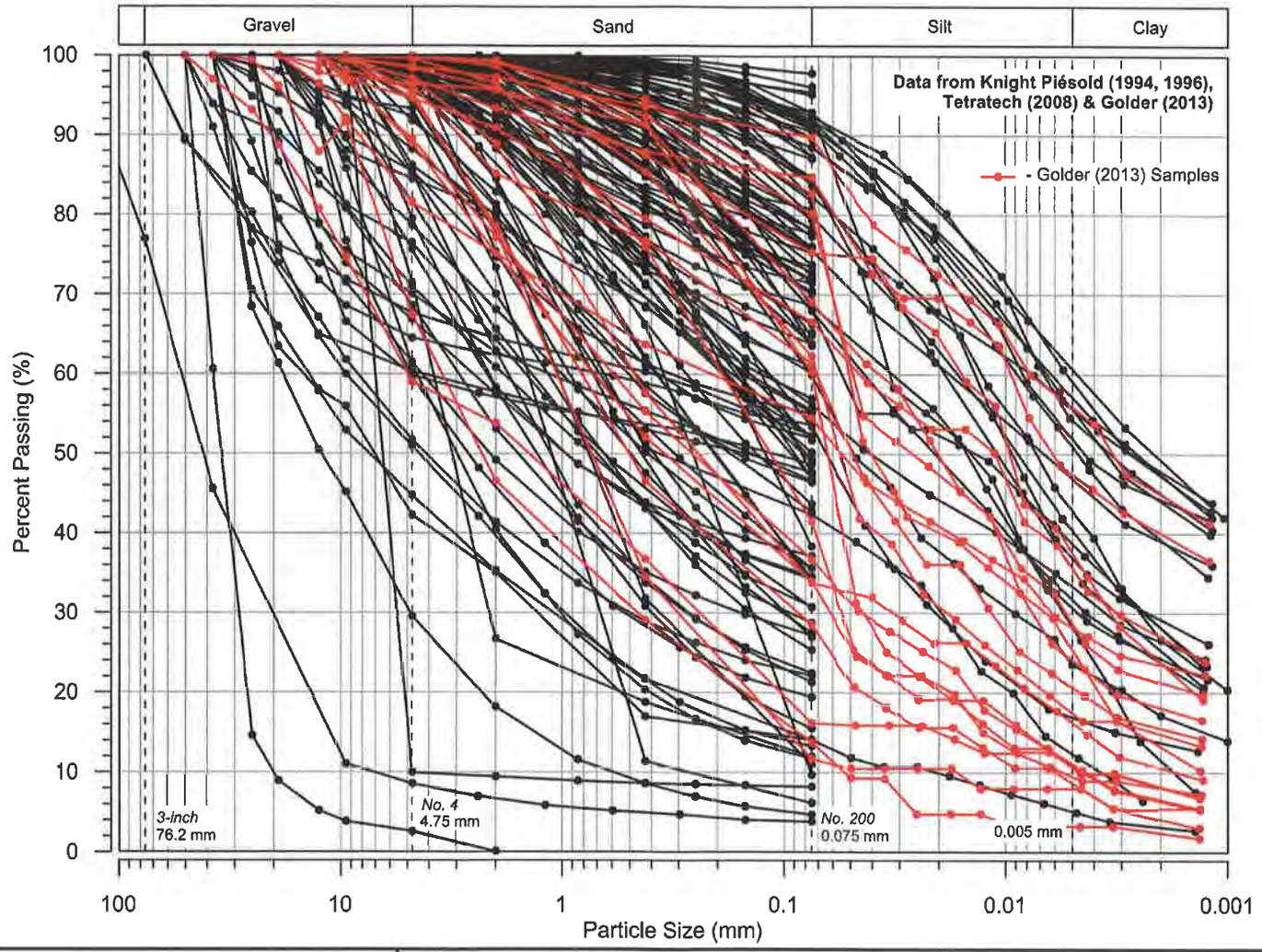
HISTOGRAM OF USCS GROUP SYMBOL FOR THE OVERBURDEN SOILS

CLIENT AND PROJECT:

PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE**
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 6**

1203



Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE:

PARTICLE SIZE DISTRIBUTIONS FOR THE OVERBURDEN SOILS

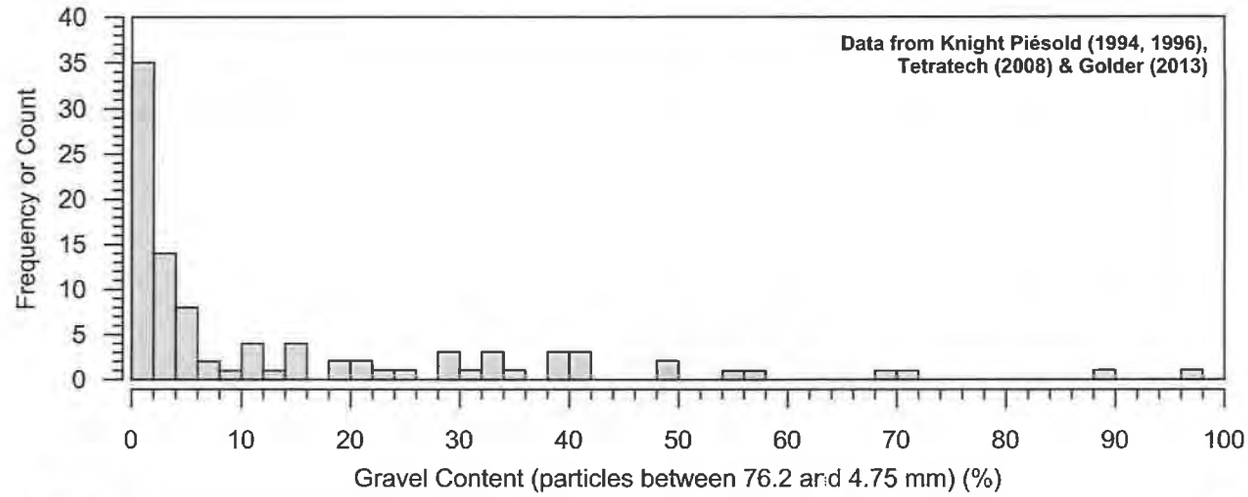
CLIENT AND PROJECT:

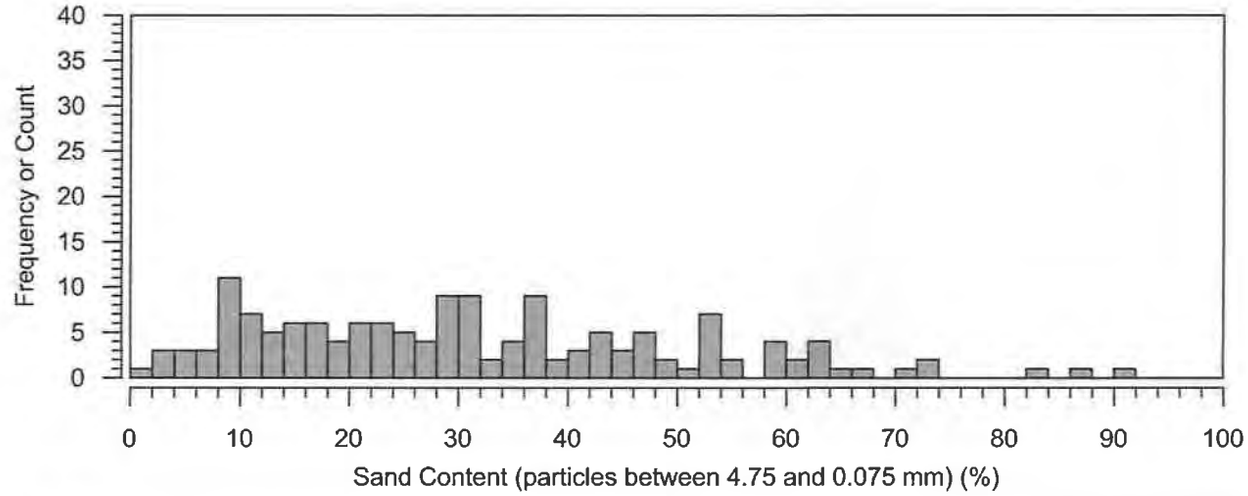
PERSHIMCO

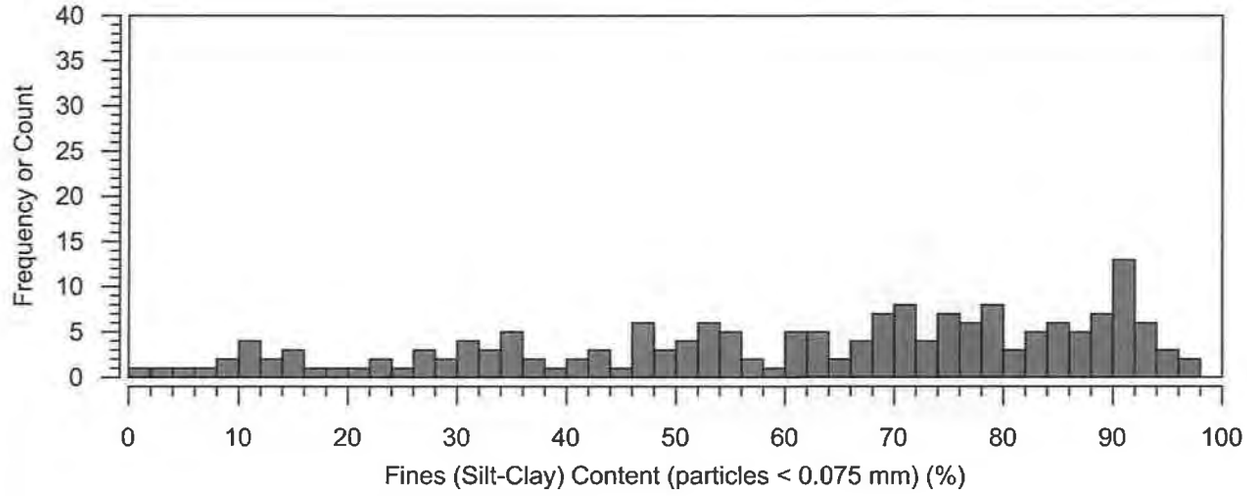
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS:	SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY:	P. M. STRENK	DATE:	5/12/14
PROJECT NO.:	1300709.100	CHECKED BY:	R. A. BROWNE		**FIGURE 7**

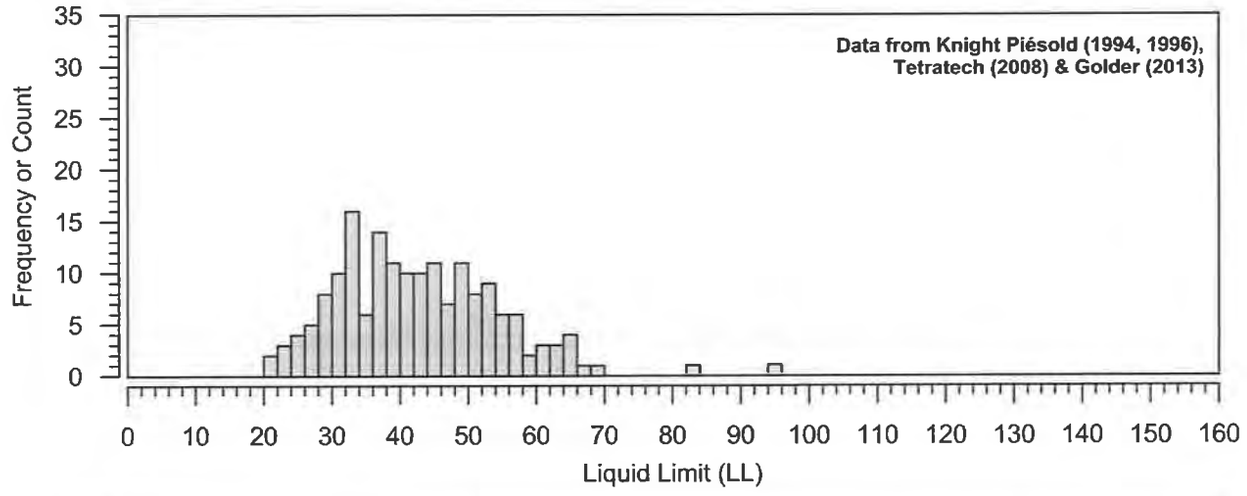
~~1203~~ 1204

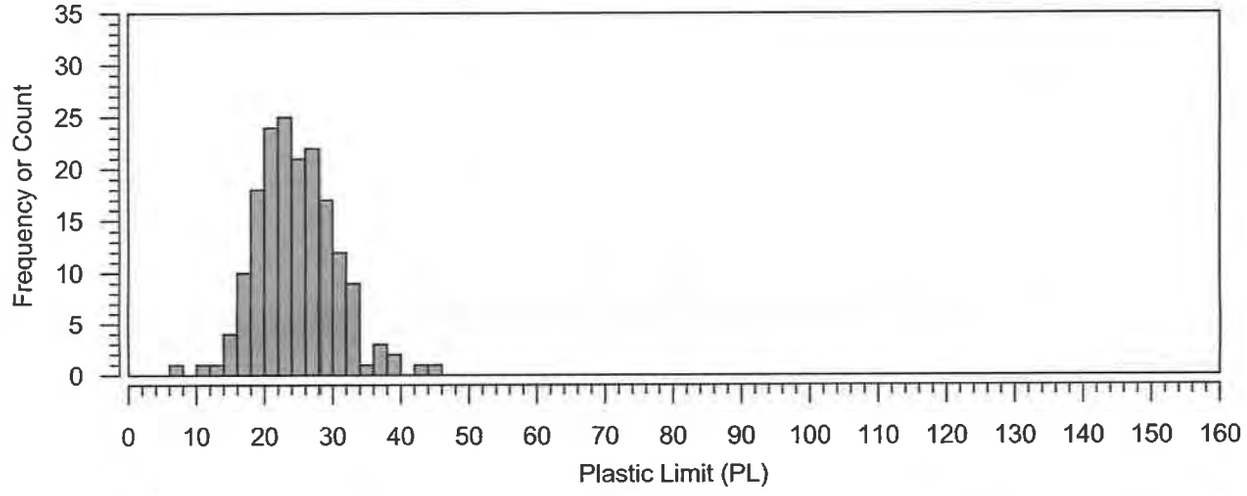


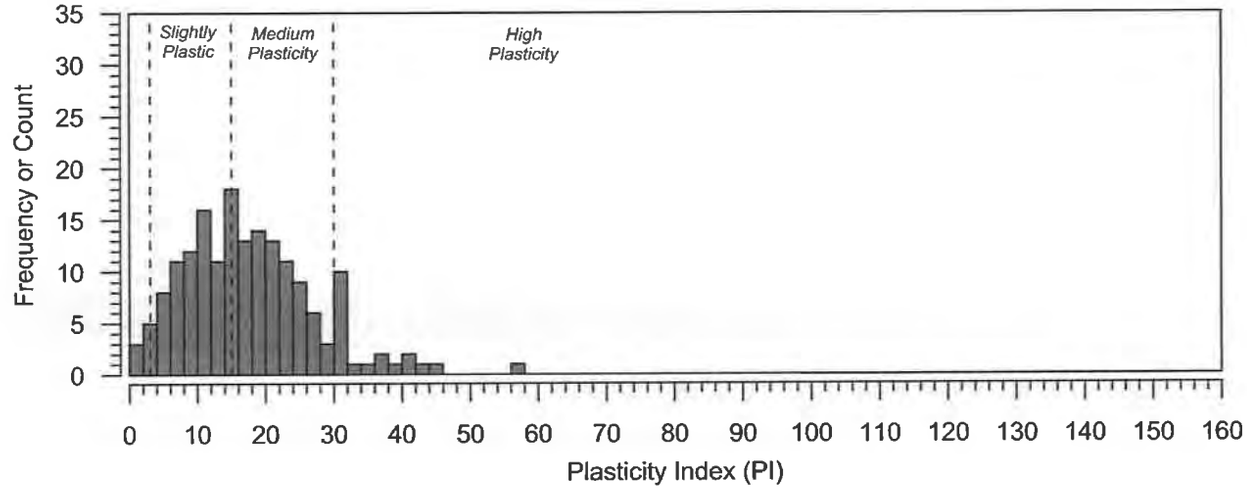




Golder Associates 595 DOUBLE EAGLE CT., SUITE 1000 RENO, NEVADA 89521 PHONE: (775) 828-9604 FAX: (775) 828-9645	TITLE: **HISTOGRAM OF GRAVEL, SAND AND FINES (SILT-CLAY) CONTENT FOR THE OVERBURDEN SOILS**		
CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — CERRO QUEMA MINE HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY	ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	DESIGN BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
	PROJECT NO: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 8**





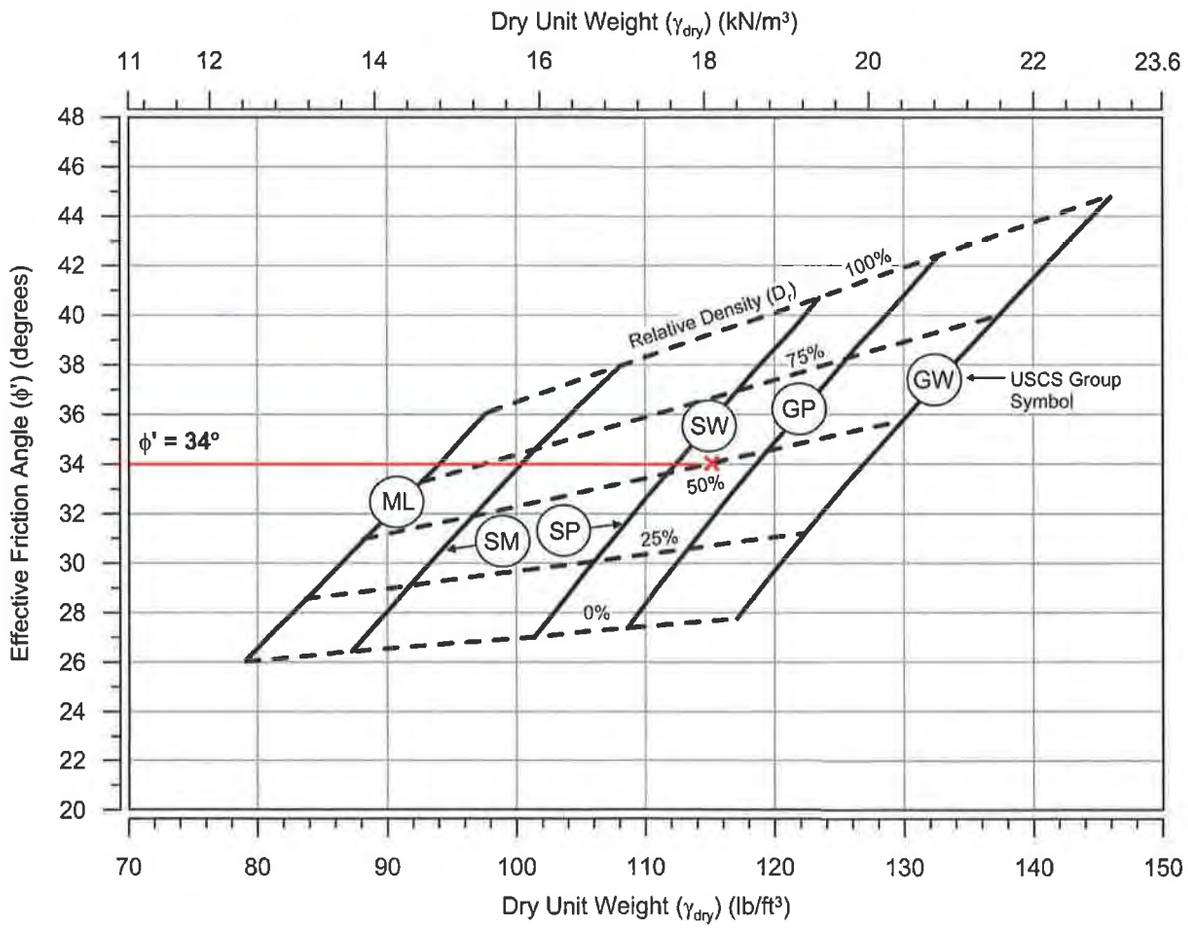


Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT., SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **HISTOGRAM OF ATTERBERG LIMITS (LL, PL, PI) FOR THE OVERBURDEN SOILS**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA M NE
HLF AND WRD
PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS:	DESIGN BY:	DATE:
SLOPE STABILITY EVALUATION	P. M. STRENK	5/12/14
PROJECT NO: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	FIGURE 9



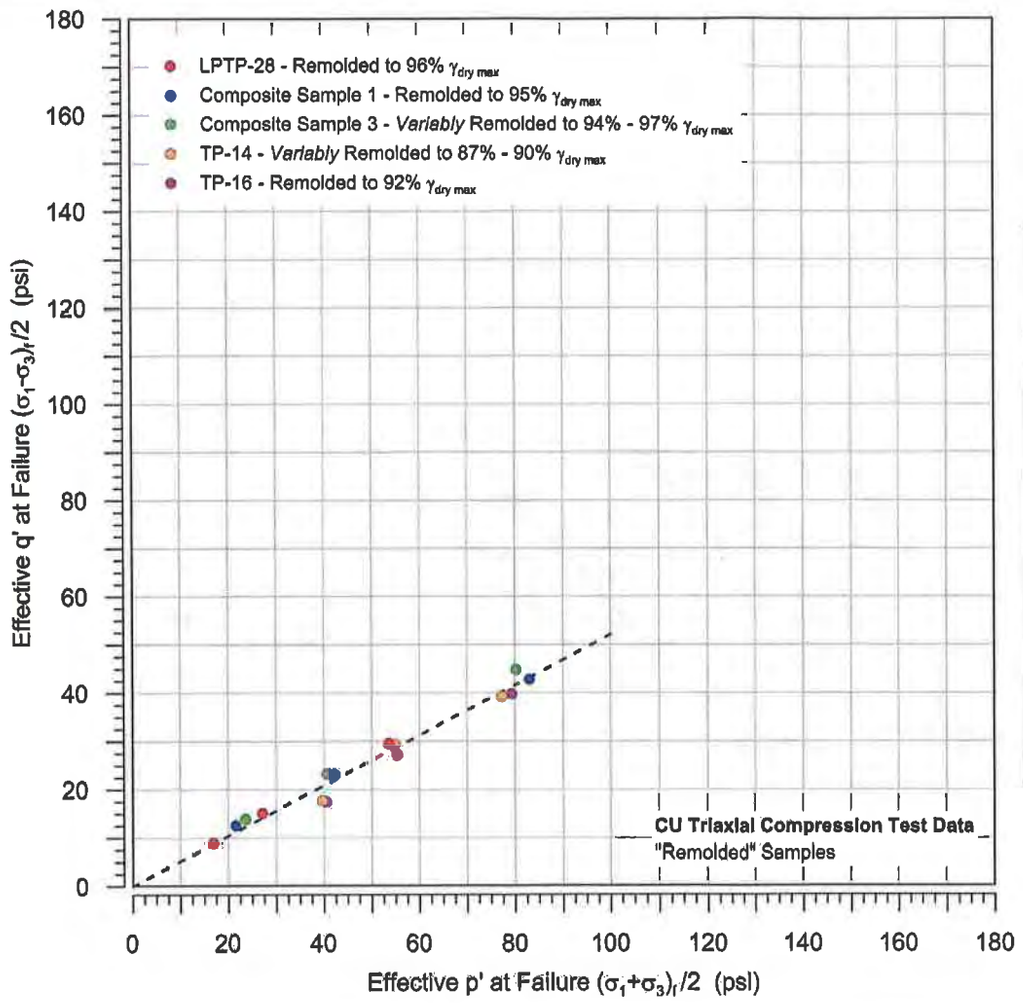
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **EMPIRICAL CORRELATION FOR ESTIMATION OF THE SHEAR STRENGTH OF THE HEAP LEACH ORE**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 10**

1224 1205



Effective Stress K-line at Failure:

$q_f = p_f' \tan \psi + a$ (assume a = 0)

$q_f = 0.5207\ p_f'$
($R^2 = 0.995$)

$\tan \psi = 0.5207$

$\sin \phi' = \tan \psi$

$\phi' = \sin^{-1}(0.5207)$
$\phi' = 31.38°$

$\phi' \approx$ **31°**

$c' = a / \cos \phi'$

$c' = 0 / \cos(31.38) = 0$ psi

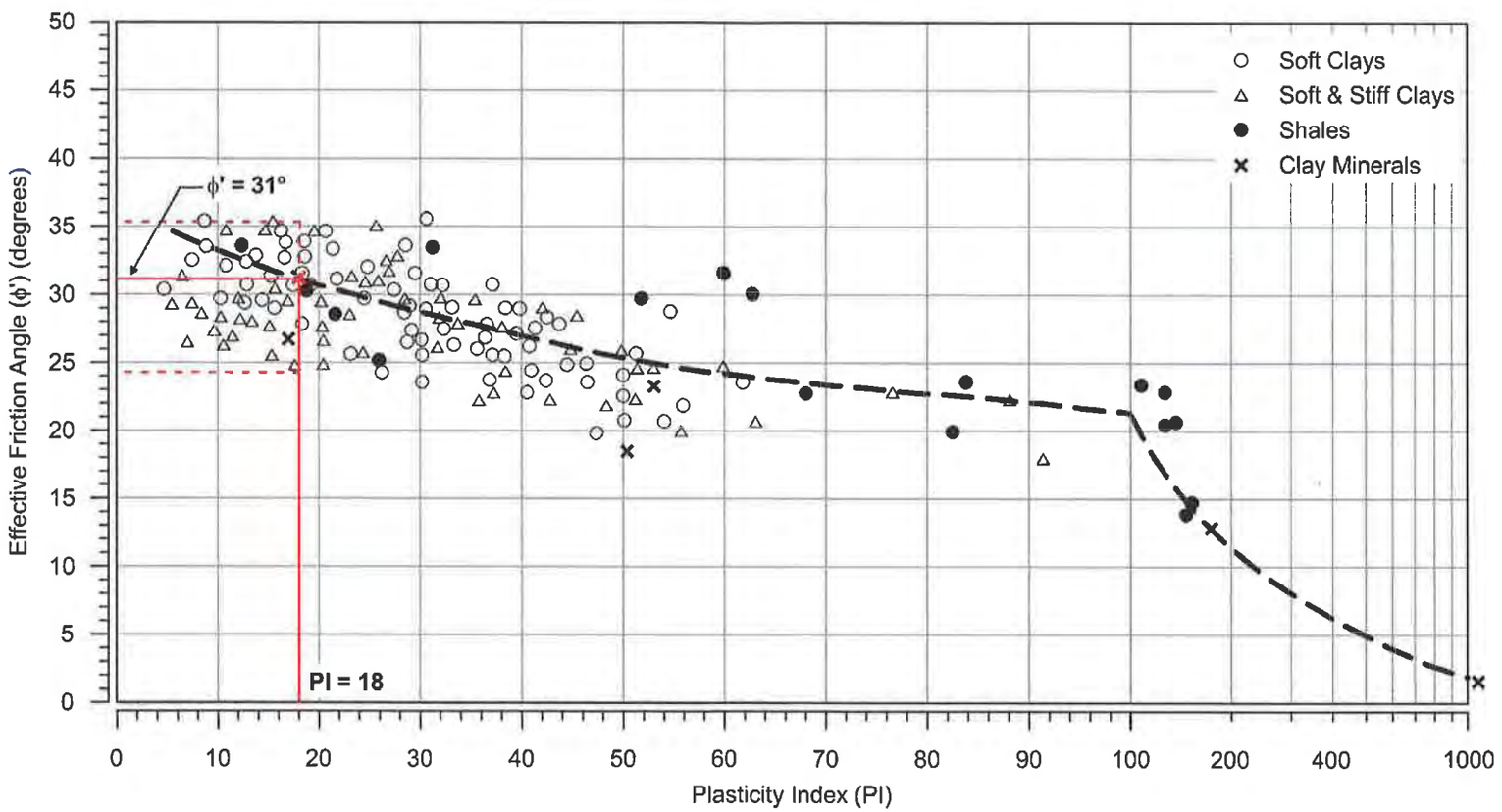
c' = 0 psi

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SHEAR STRENGTH FAILURE ENVELOPE FOR THE STRUCTURAL FILL AND SOIL LINER BEDDING (REMOLDED SAMPLES)**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 11**



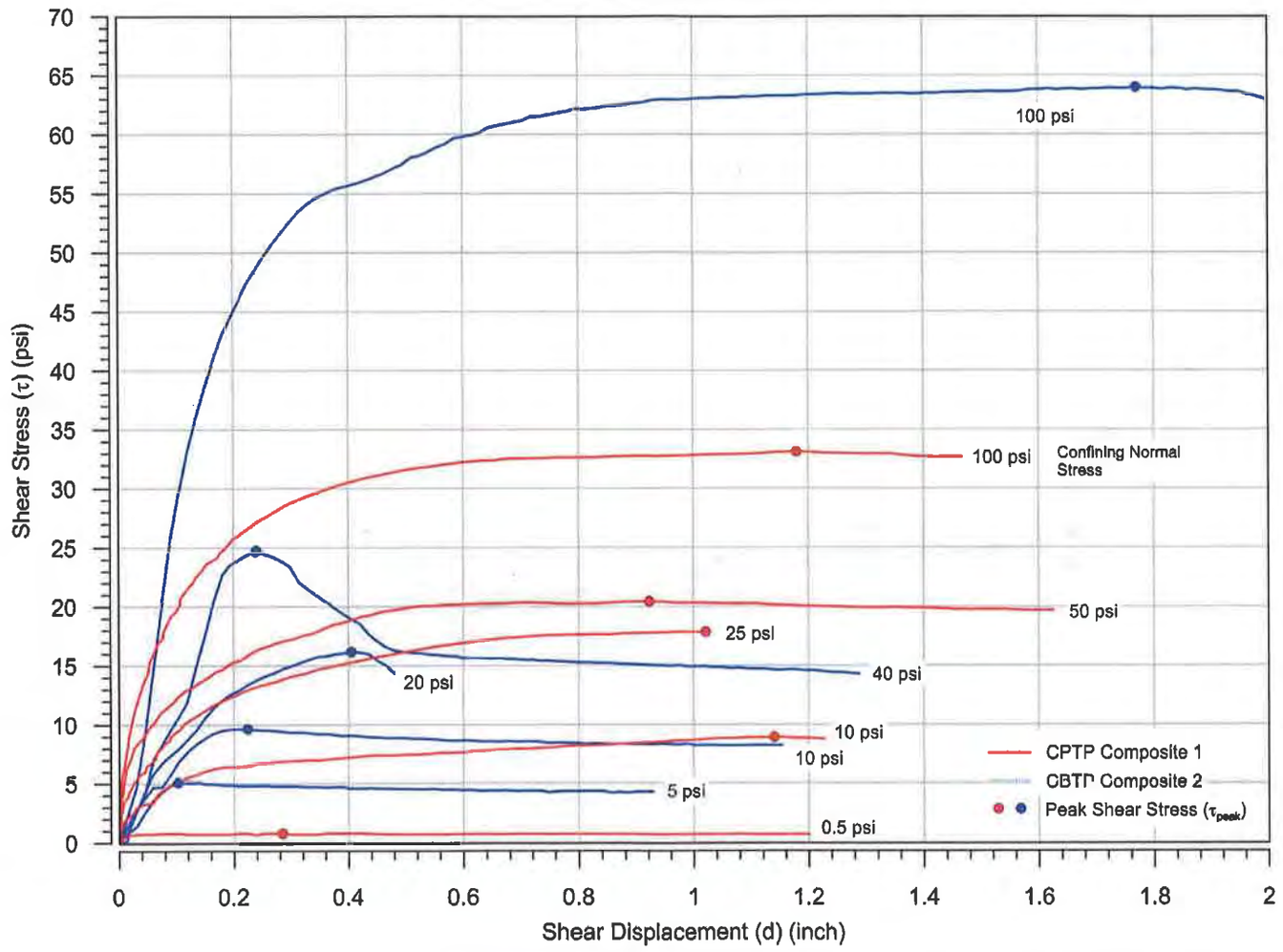
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **EMPIRICAL CORRELATION FOR ESTIMATION OF THE SHEAR STRENGTH OF THE SOIL LINER BEDDING**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 12**

1205 1306



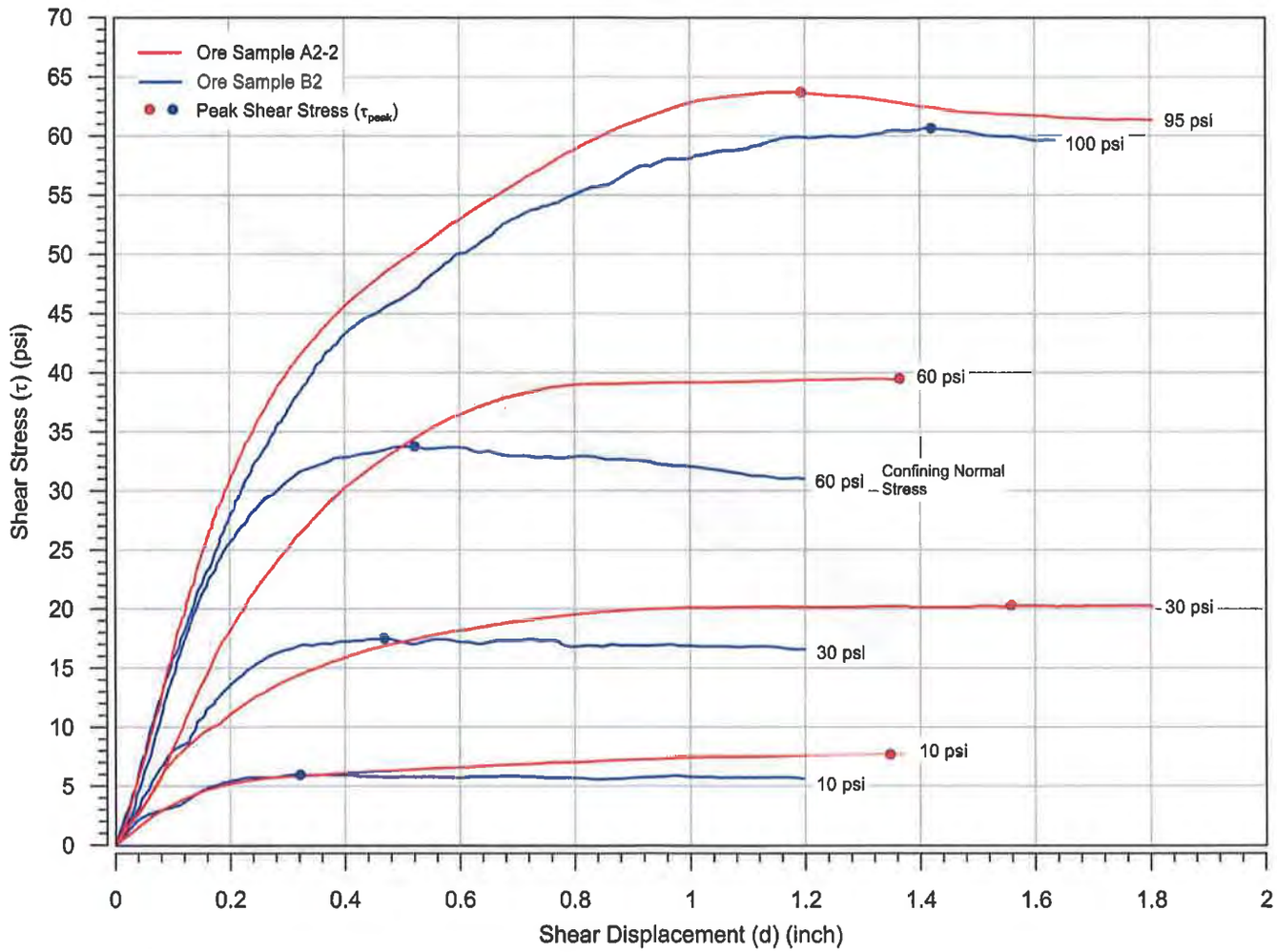
Golder Associates

595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SHEAR STRESS-DISPLACEMENT (τ-d) RESPONSE FROM INTERFACE DIRECT SHEAR TESTING OF THE TEXTURED GEOMEMBRANE-TO-SOIL LINER INTERFACE**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 13**



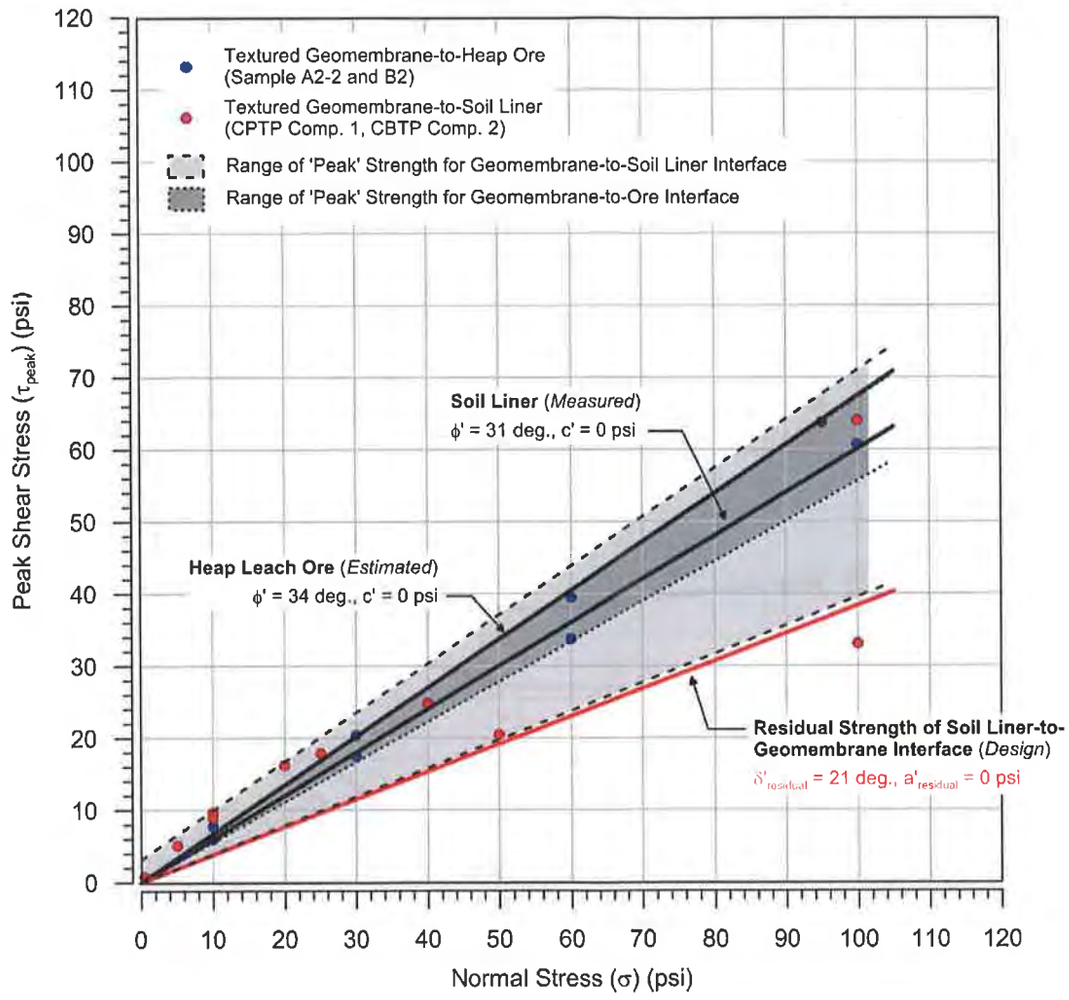
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SHEAR STRESS-DISPLACEMENT (τ-d) RESPONSE FROM INTERFACE DIRECT SHEAR TESTING OF THE TEXTURED GEOMEMBRANE-TO-HEAP ORE INTERFACE**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 14**

1204 1206

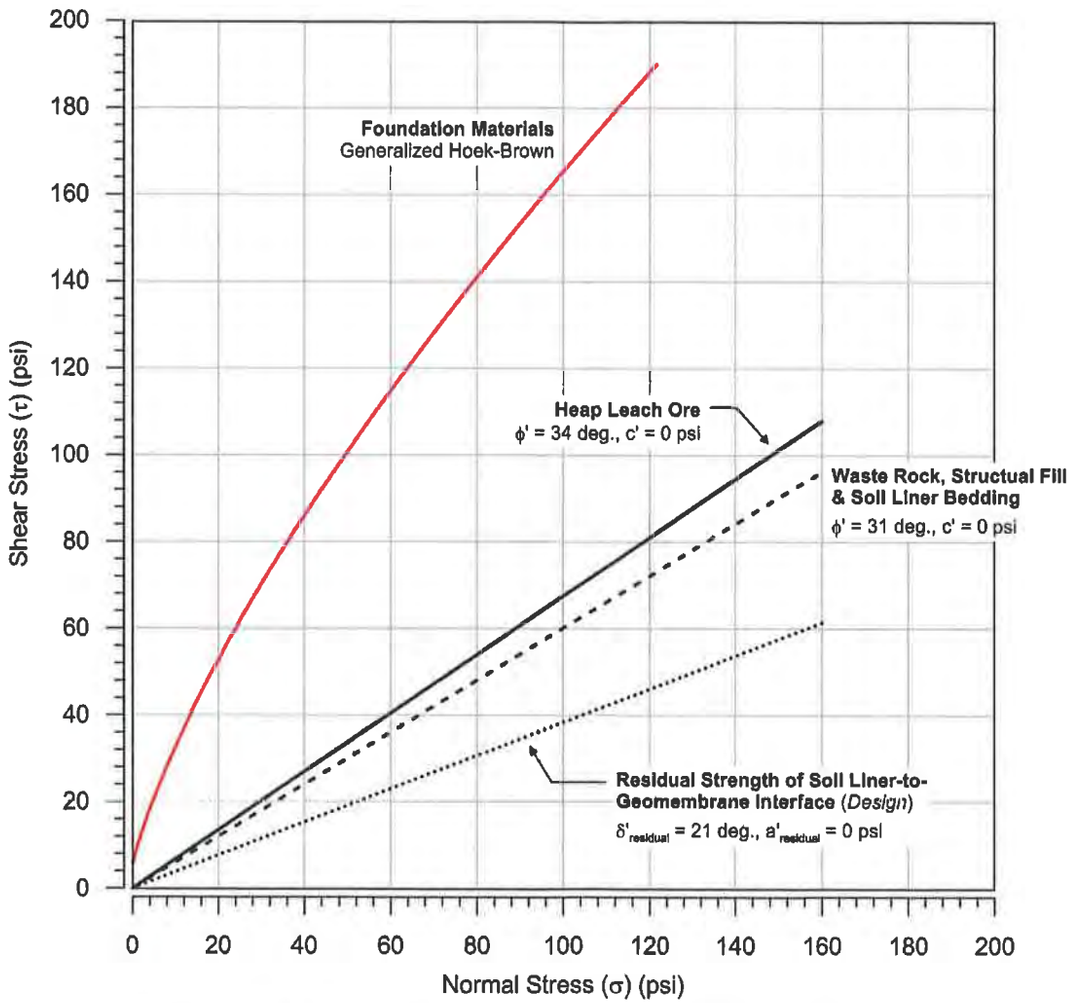


Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **COMPARISON OF SHEAR STRENGTHS FOR THE BASE LINER SYSTEM (TEXTURED GEOMEMBRANE INTERFACE, SOIL LINER AND HEAP ORE)**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 15**



Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **COMPARISON OF SHEAR STRENGTH OF THE HLF AND WRD MATERIALS TO THE FOUNDATION MATERIALS**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: P. M. STRENK	DATE: 5/12/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE 16**

1208

ANEXO A

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE EQUILIBRIO LÍMITE

CONDICIÓN ESTÁTICA

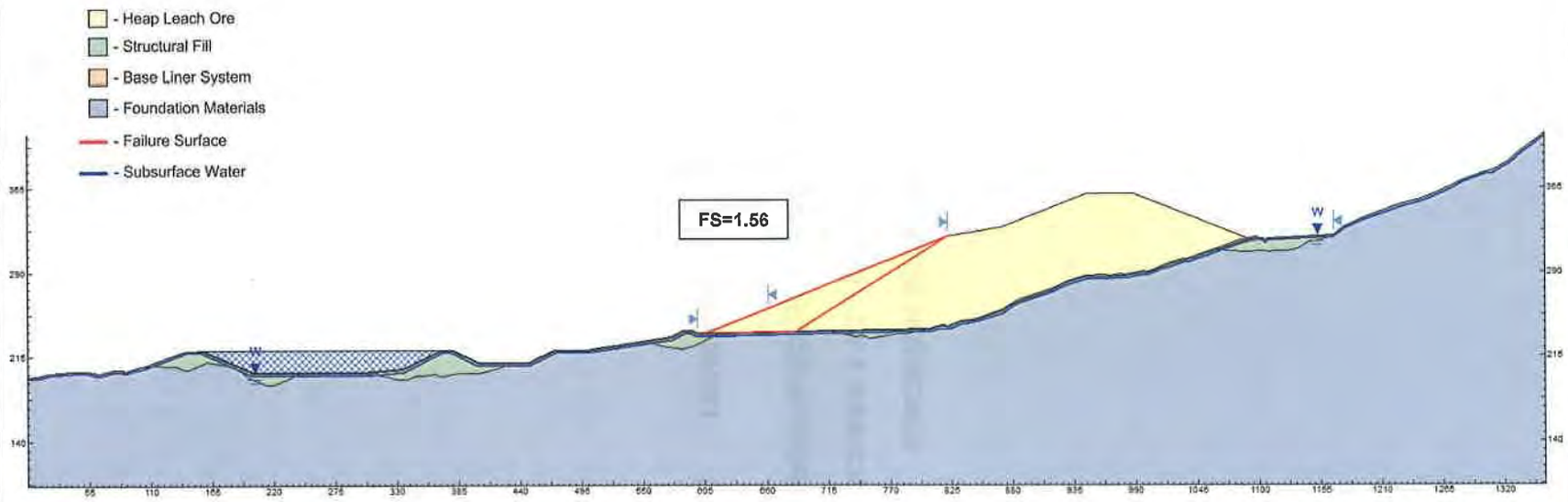
CONDICÍON ESTÁTICA

SECCIONES 1 Y 2 – MARICELA HLF

SUPERFICIES TIPOS "BLOQUE" Y "CIRCULAR PROFUNDO"

FIGURAS A1 – A4

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates

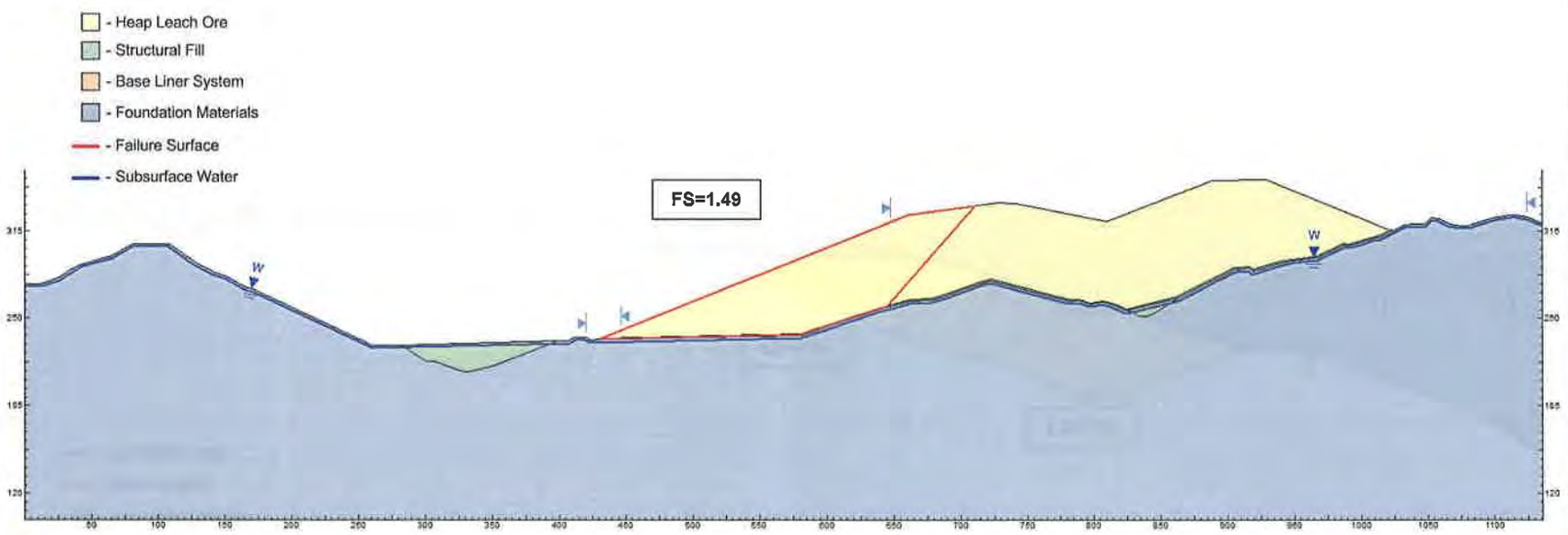
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 1 – STATIC CONDITION (FS= 1.56) – CRITICAL "BLOCK-TYPE" FAILURE SURFACE ALONG THE LINER**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A1**

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

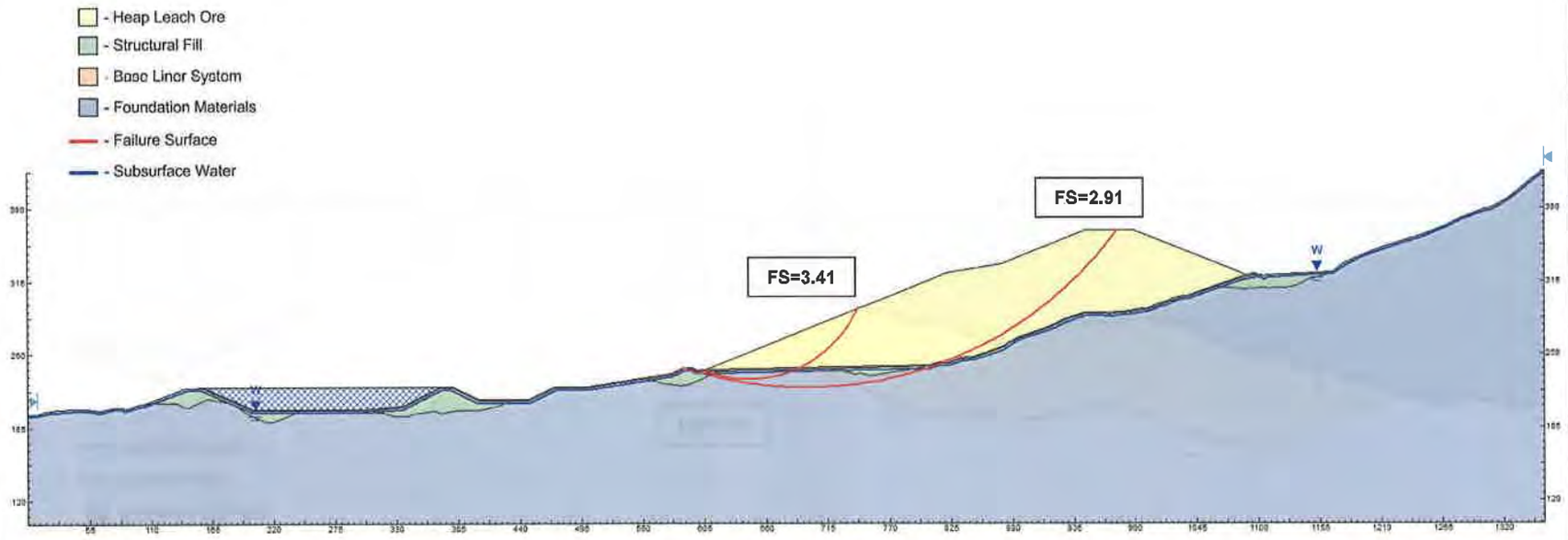
TITLE: **SECTION 2 – STATIC CONDITION (FS= 1.49) – CRITICAL "BLOCK-TYPE" FAILURE SURFACE ALONG THE LINER**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A2**

1209 1210

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

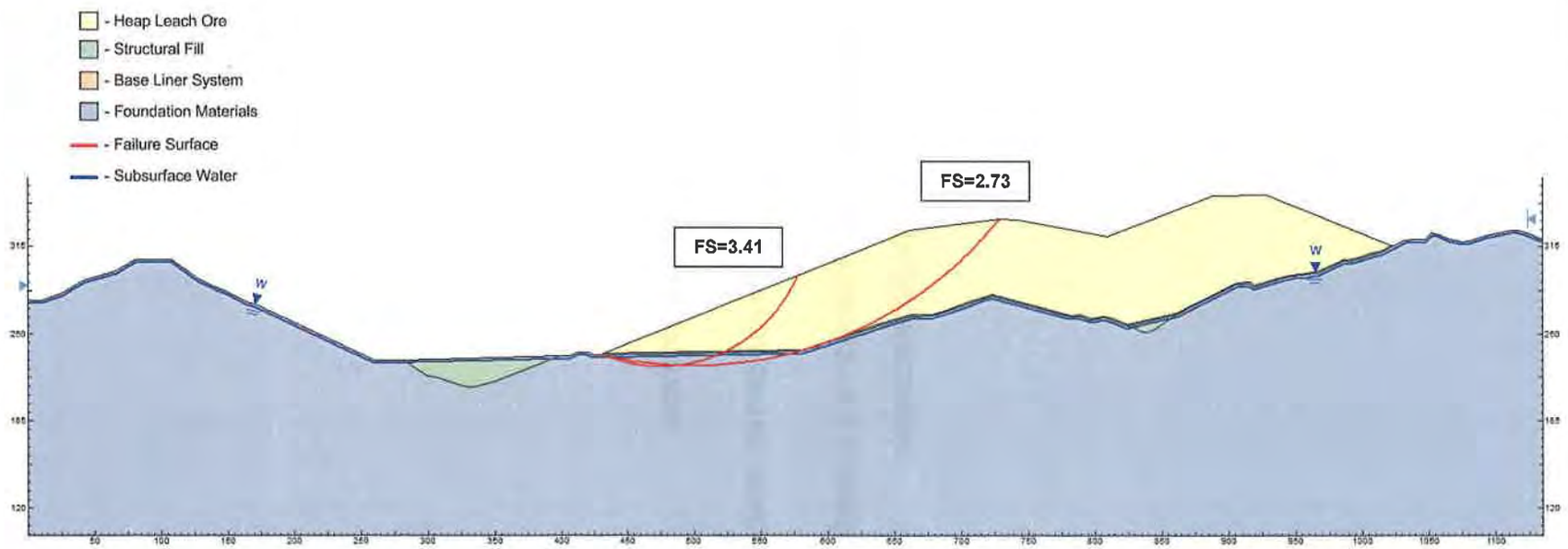
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 1 – STATIC CONDITION (FS= 2.91 and 3.41) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A3**

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 2 – STATIC CONDITION (FS= 2.73 and 3.41) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A4**

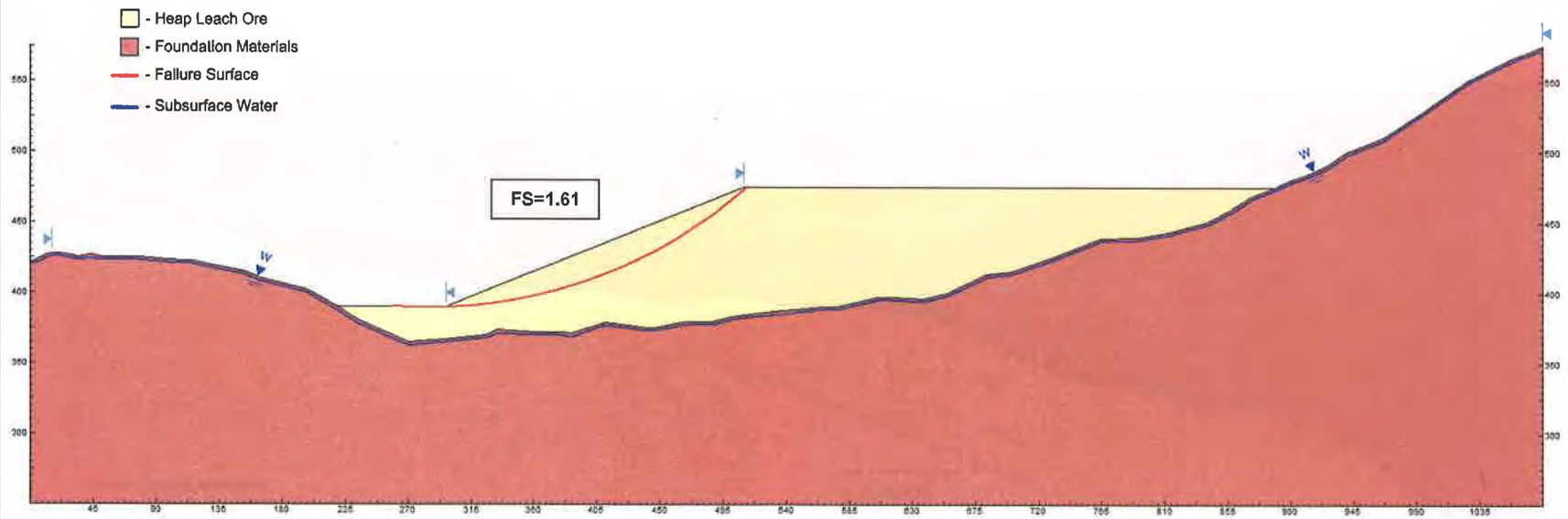
CONDICÍON ESTÁTICA

SECCIONES 3 Y 4 – CHONTAL SUPERIOR WRD

SUPERFICIES TIPOS "TALUD TOTAL" Y "CIRCULAR PROFUNDO"

FIGURAS A5 – A8

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

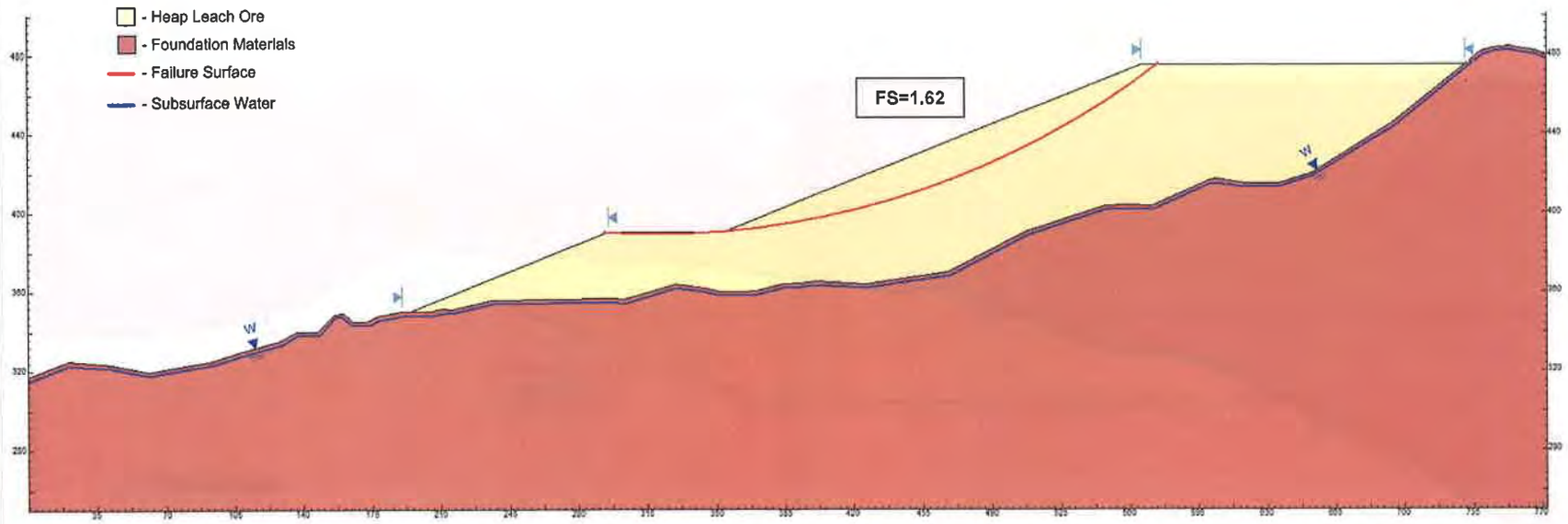
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 3 – STATIC CONDITION (FS= 1.61) – CRITICAL "OVERALL SLOPE" FAILURE SURFACE**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A5**

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

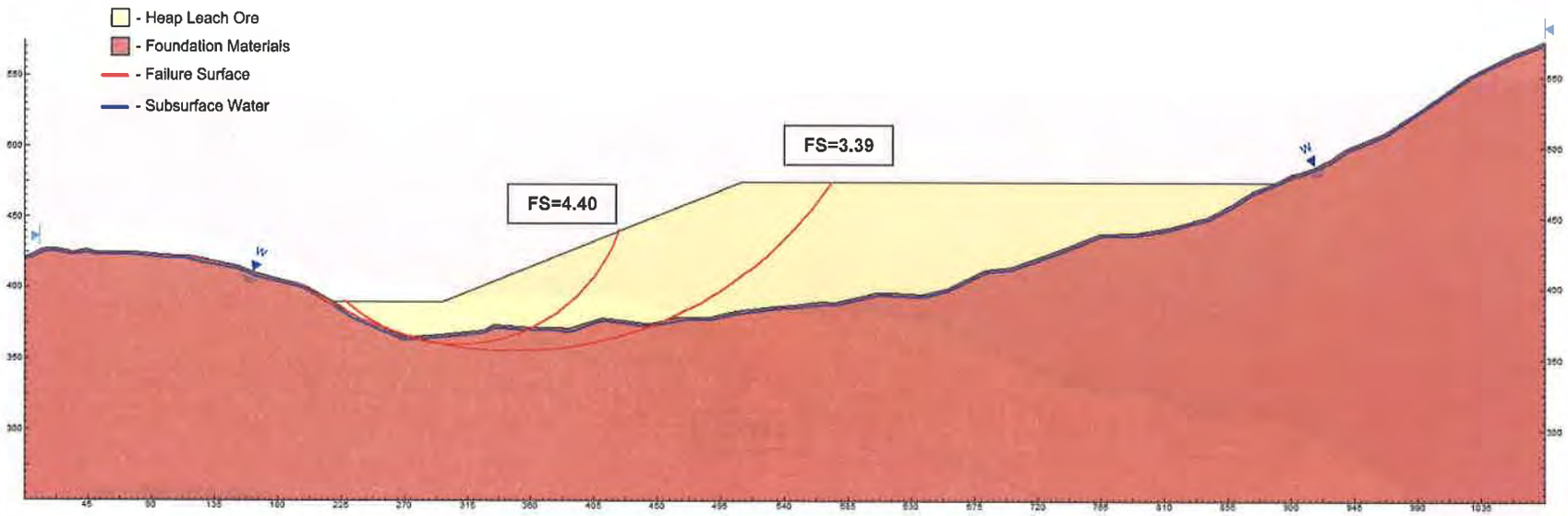
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 4 – STATIC CONDITION (FS= 1.62) – CRITICAL "OVERALL SLOPE" FAILURE SURFACE**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A6**

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

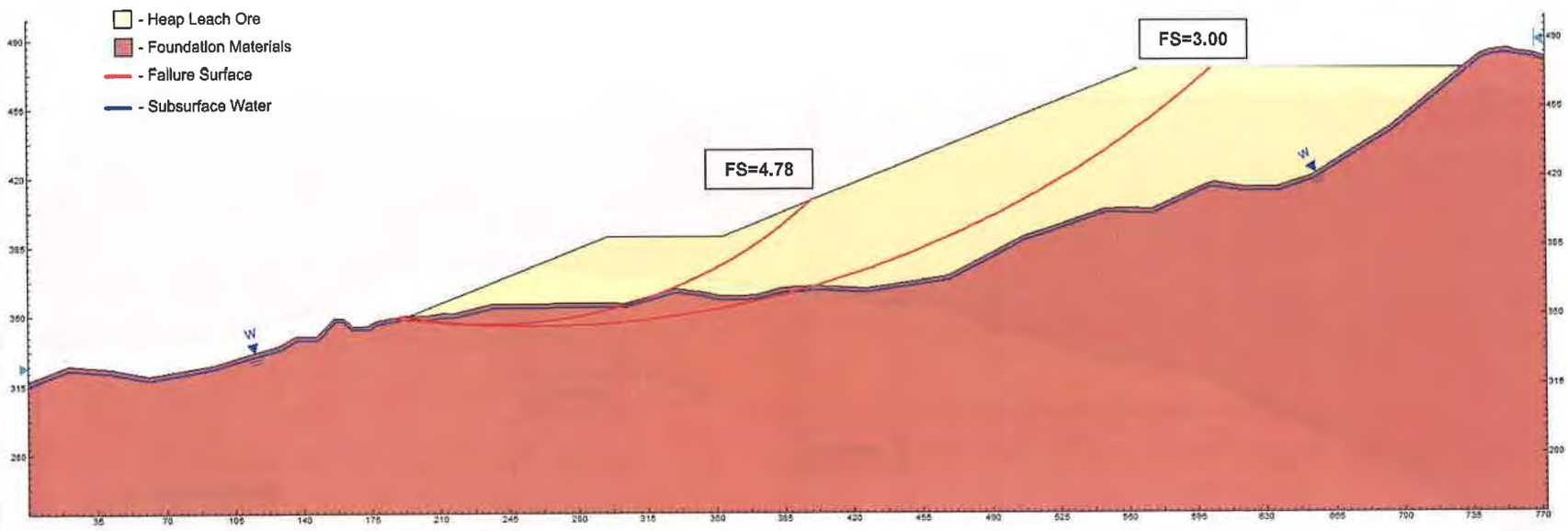
TITLE: **SECTION 3 – STATIC CONDITION (FS= 3.39 and 4.40) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A7**

1213

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 4 – STATIC CONDITION (FS= 3.00 and 4.78) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE A8**

ANEXO B

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE EQUILIBRIO LÍMITE

CONDICIÓN SÍSMICA

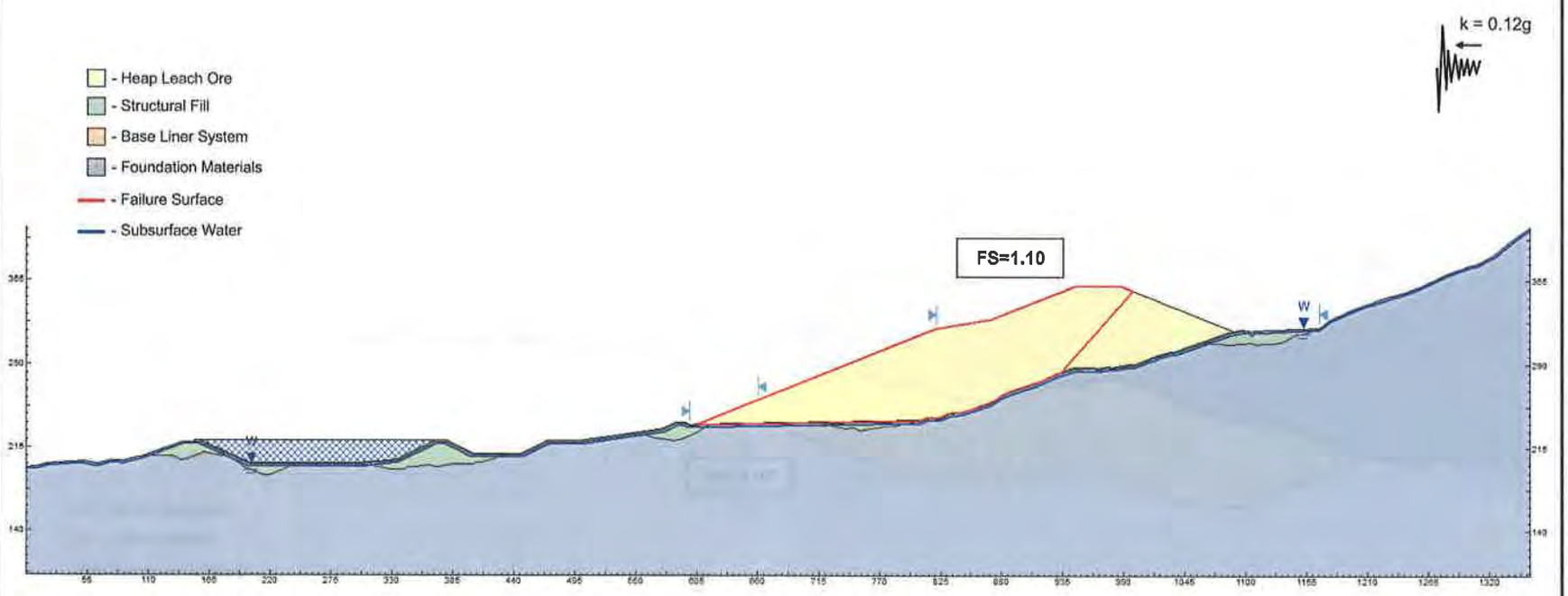
CONDICIÓN SÍSMICA (k = 0.12 g)

SECCIONES 1 Y 2 – MARICELA HLF

SUPERFICIES TIPOS "BLOQUE" Y "CIRCULAR PROFUNDO"

FIGURAS B1 – B4

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates

595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

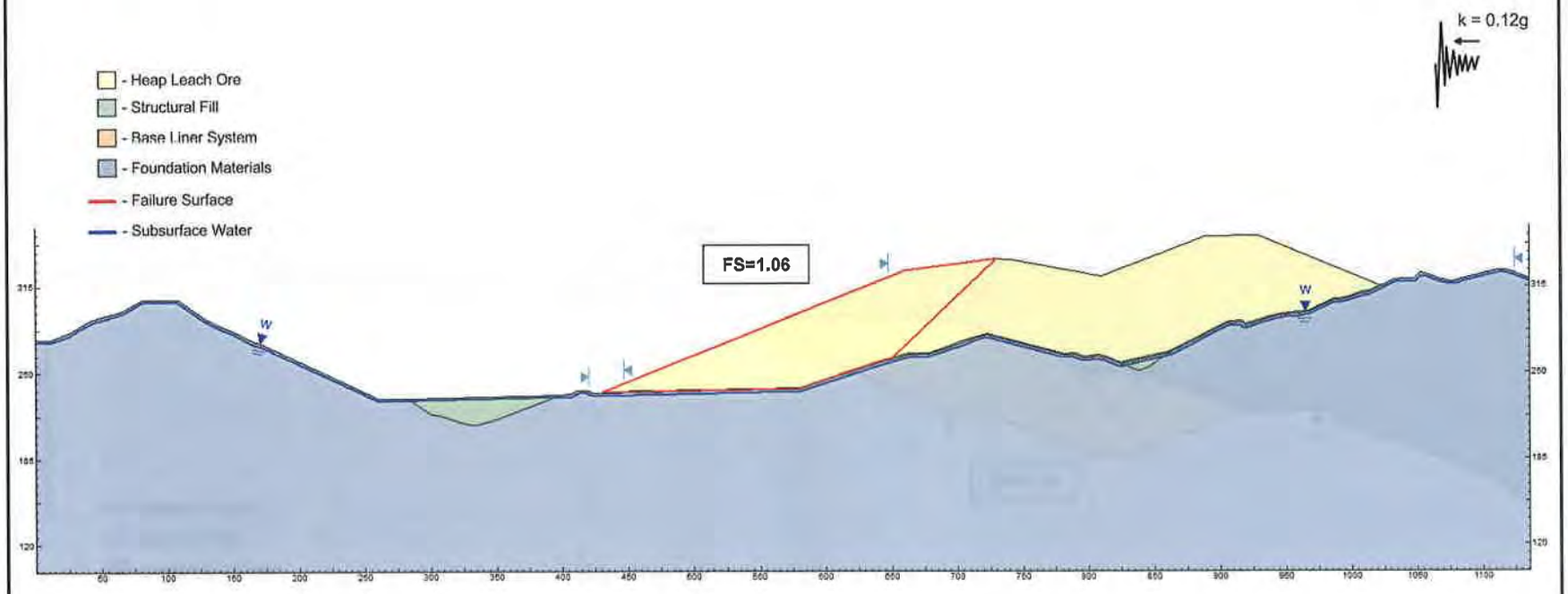
TITLE: **SECTION 1 – SEISMIC CONDITION (FS= 1.10 for k = 0.12g) – CRITICAL "BLOCK-TYPE" FAILURE SURFACE ALONG THE LINER**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B1**

1215

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

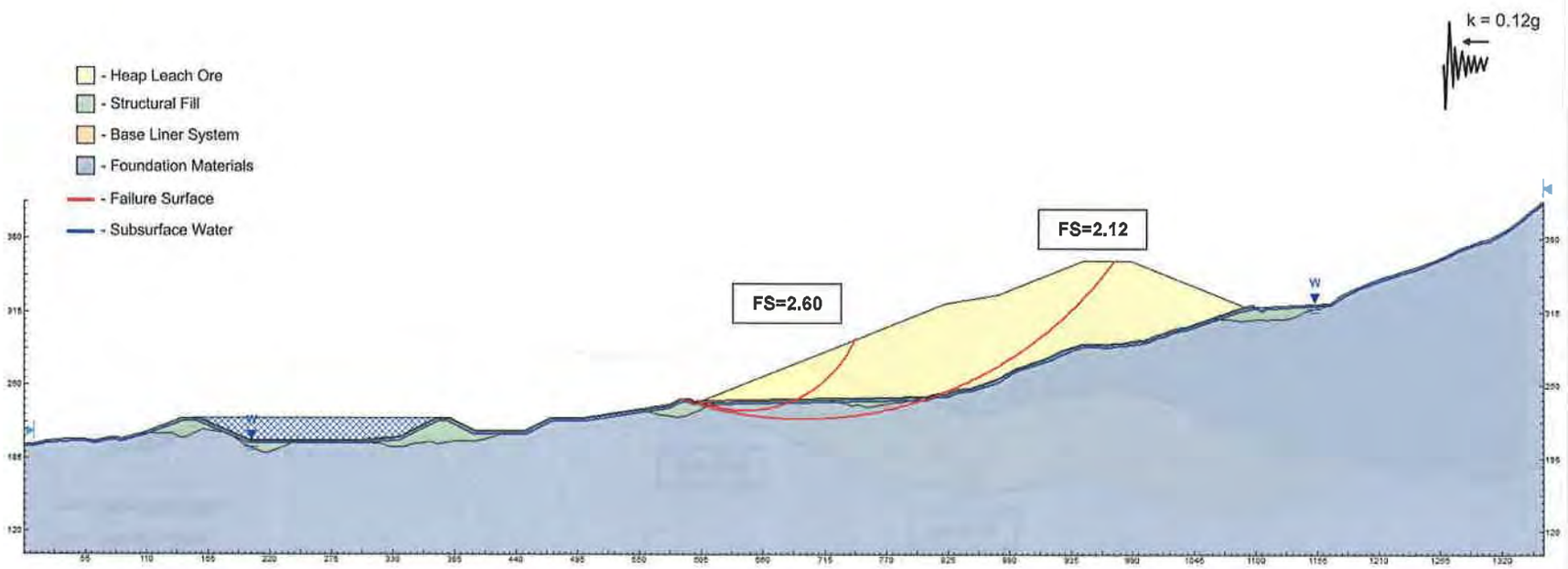
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 2 – SEISMIC CONDITION (FS= 1.06 for k = 0.12g) – CRITICAL "BLOCK-TYPE" FAILURE SURFACE ALONG THE LINER**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B2**

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

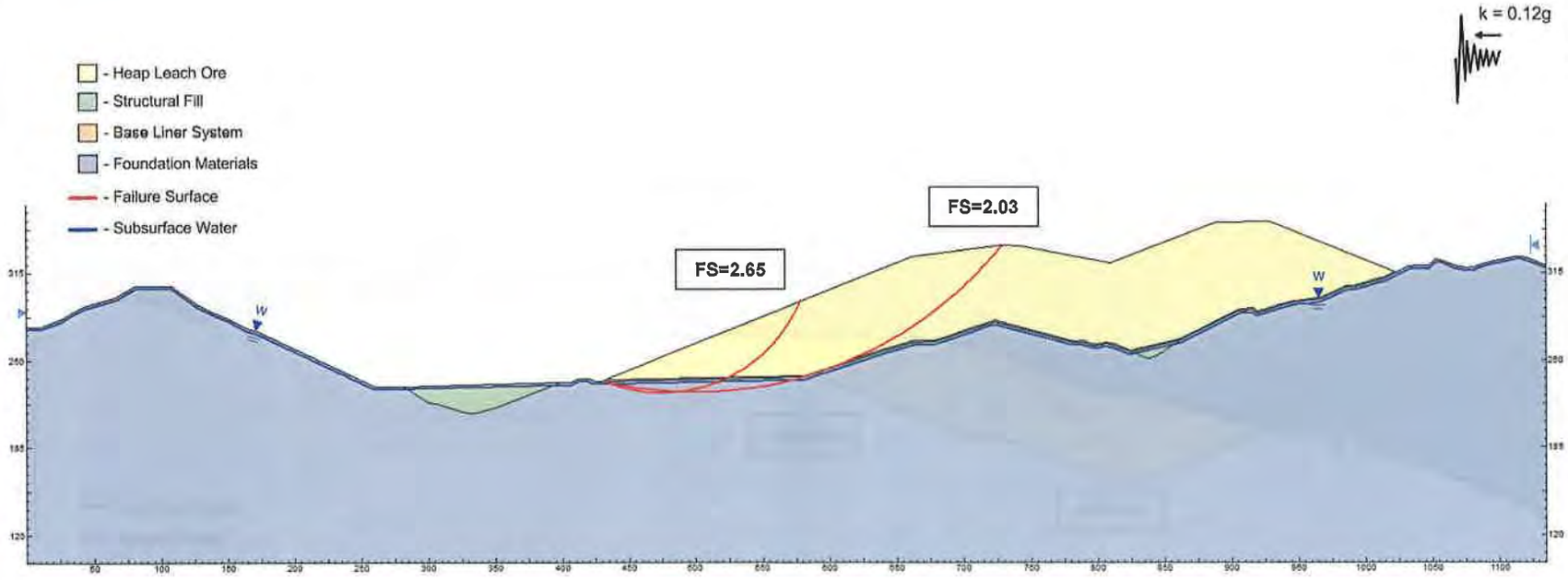
TITLE: **SECTION 1 – SEISMIC CONDITION (FS= 2.12 and 2.60 for k = 0.12g) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B3**

1216

MARICELA HLF



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 2 – SEISMIC CONDITION (FS= 2.03 and 2.65 for k = 0.12g) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT:
PERSHIMCO
CERRO QUEMA MINE
HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B4**

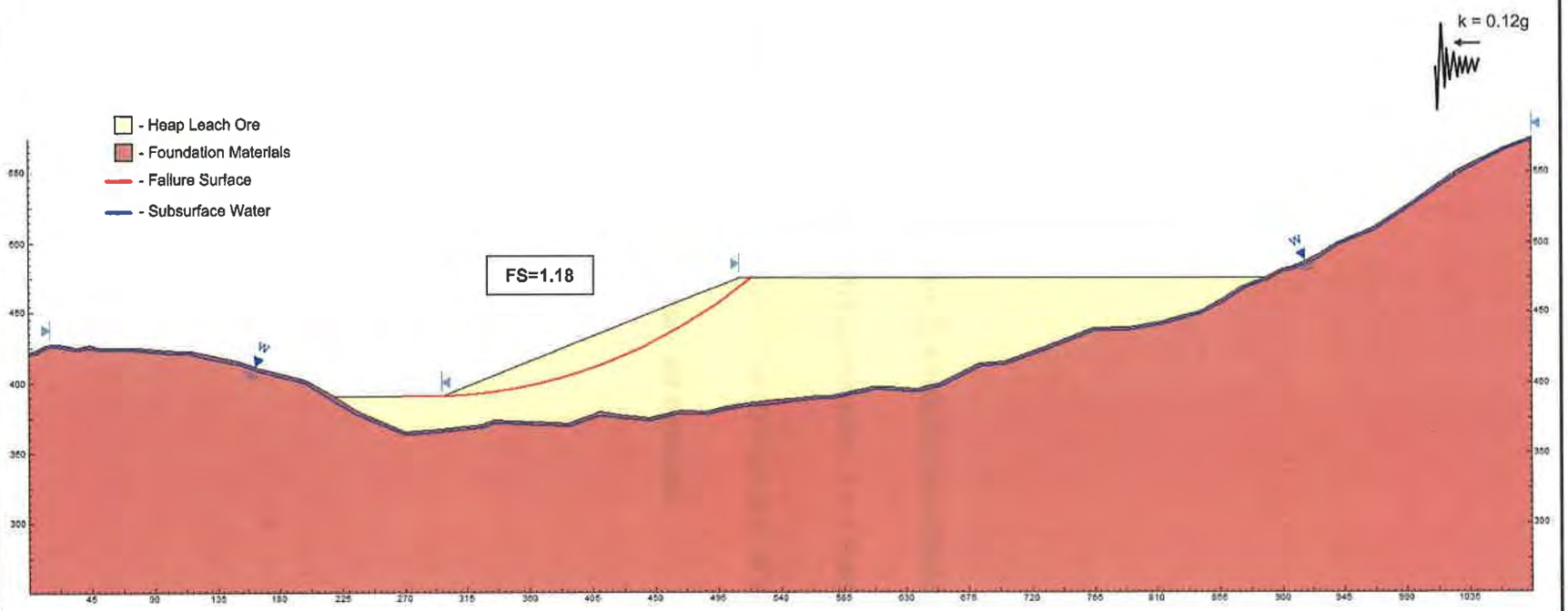
CONDICIÓN SÍSMICA (k = 0.12 g)

SECCIONES 3 Y 4 – CHONTAL SUPERIOR WRD

SUPERFICIES TIPOS "TALUD TOTAL" Y "CIRCULAR PROFUNDO"

FIGURAS B5 – B8

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

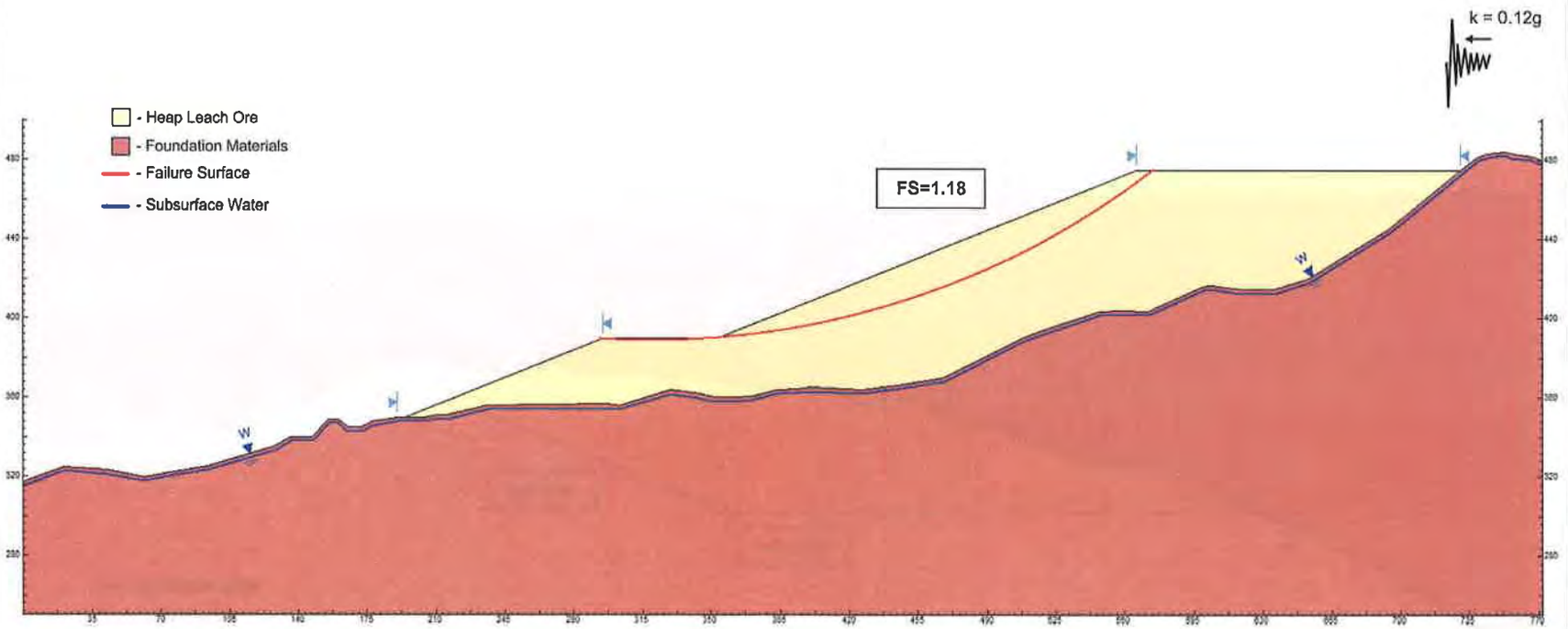
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 3 – SEISMIC CONDITION (FS= 1.18 for k = 0.12g) – CRITICAL "OVERALL SLOPE" FAILURE SURFACE**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B5**

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

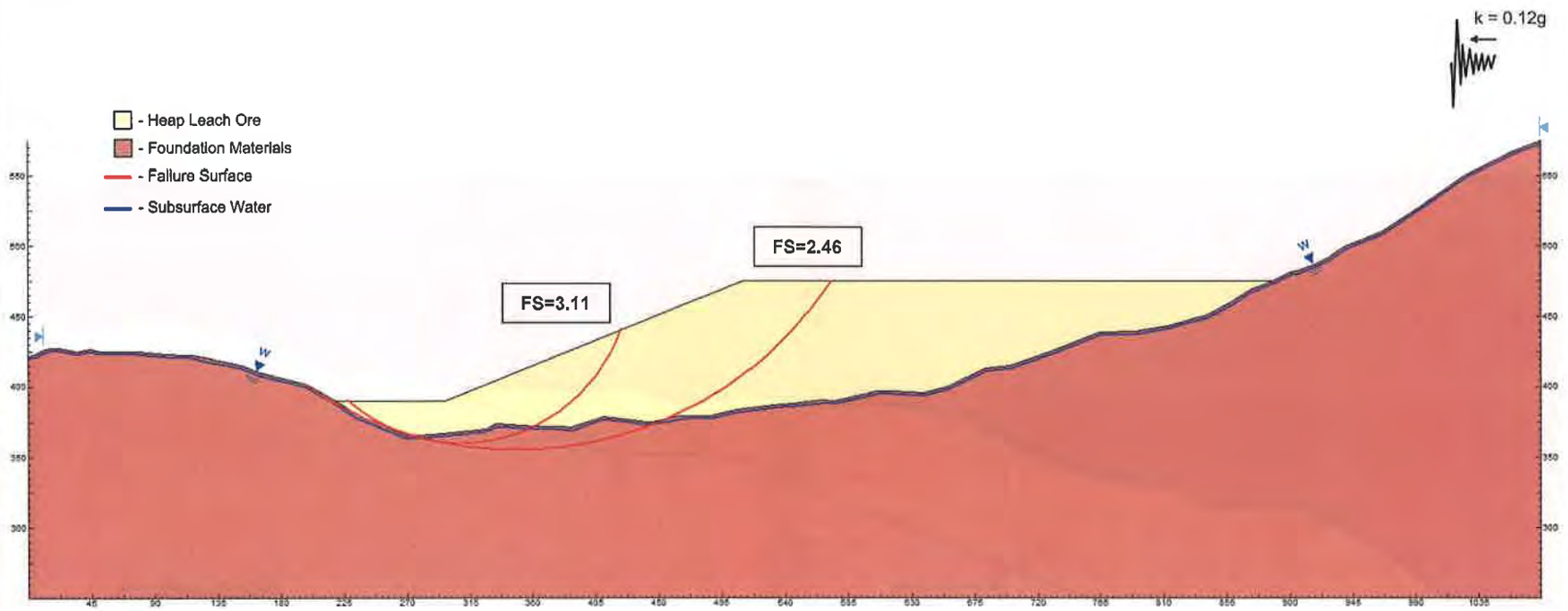
TITLE: **SECTION 4 – SEISMIC CONDITION (FS= 1.18 for k = 0.12g) – CRITICAL "OVERALL SLOPE" FAILURE SURFACE**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B6**

1477 2718

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

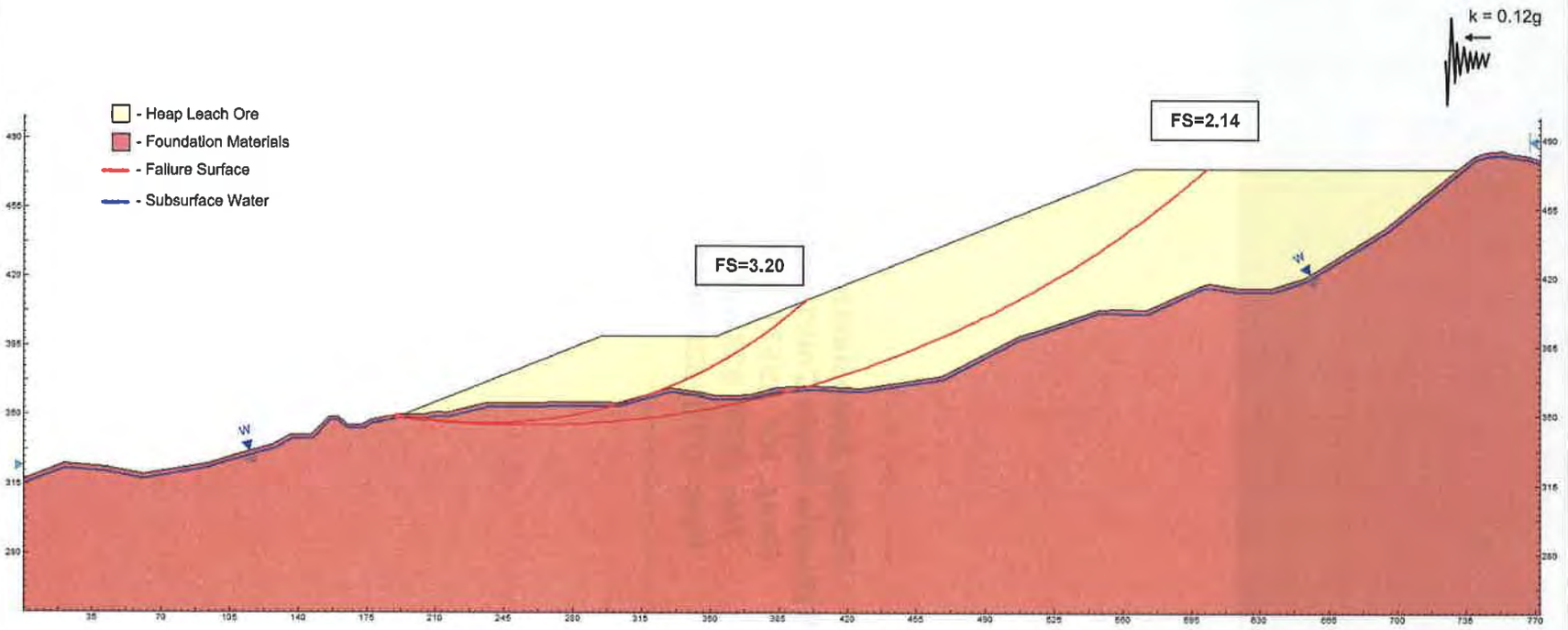
Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 3 – SEISMIC CONDITION (FS= 2.46 and 3.11 for k = 0.12g) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION	ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100	CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B7**

UPPER CHONTAL WRD



Note: Horizontal and vertical scales are in units of meters. The vertical scale corresponds to elevation.

Golder Associates
595 DOUBLE EAGLE CT. ,SUITE 1000
RENO, NEVADA 89521
PHONE: (775) 828-9604
FAX: (775) 828-9645

TITLE: **SECTION 4 – SEISMIC CONDITION (FS= 2.14 and 3.20 for k = 0.12g) – "DEEP FOUNDATION" FAILURES**

CLIENT AND PROJECT: PERSHIMCO — **CERRO QUEMA MINE** HLF AND WRD PRE-FEASIBILITY STUDY

ANALYSIS: SLOPE STABILITY EVALUATION		ANALYSIS BY: S.A. MCMANUS	DATE: 1/22/14
PROJECT NO.: 1300709.100		CHECKED BY: R. A. BROWNE	**FIGURE B8**

At Golder Associates we strive to be the most respected global group of companies specializing in ground engineering and environmental services. Employee owned since our formation in 1960, we have created a unique culture with pride in ownership, resulting in long-term organizational stability. Golder professionals take the time to build an understanding of client needs and of the specific environments in which they operate. We continue to expand our technical capabilities and have experienced steady growth with employees now operating from offices located throughout Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 55 21 3095 9500

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Court, Suite 1000
Reno, NV 89521 USA
Tel: (775) 828-9604
Fax: (775) 828-9645

Golder Associates

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

~~1219~~
1220

ANEXO 3.5

Plan de Manejo de Agua

Proyecto Minero Cerro Quema

~~1220~~
1221

REPORTE

Diciembre 2014

PROYECTO CERRO QUEMA

Plan de Manejo de Agua Conceptual

Remitido a:
Pershimco Resources Inc.
11 Perreault Street East
Rouyn-Noranda, Quebec
Canada J9X 3C1



Report Number: 1400908
GAL-R-004-V4.1
Distribution:

1 copia electrónica - Pershimco Resources Inc.
1 copia electrónica - Golder Associates Ltd. Mississauga
1 copia electrónica - Golder Associates Ltd. Reno

Golder Associates

Tabla de Contenido

1.0 INTRODUCCIÓN 1

2.0 DESCRIPCIÓN DEL SITIO 1

2.1 Ubicación 1

2.2 Clima 1

2.3 Fisiografía 4

2.4 Geología 5

2.5 Hidrogeología 5

2.6 Hidrología 6

2.7 Calidad de Agua 6

2.8 Geoquímica 7

3.0 OBJETIVOS Y CRITERIOS DE DISEÑO 7

3.1 Objetivos del Manejo de Agua 8

3.2 Criterios de Diseño para el Manejo de Agua 8

4.0 SISTEMA DE MANEJO DE AGUA PARA OPERACIÓN 9

4.1 Estrategia de Manejo de Agua 9

4.2 Sistema de Manejo de Agua Sin Contacto 10

4.2.1 Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior 10

4.2.2 Patio de Lixiviación Maricela 11

4.3 Sistema de Manejo de Agua de Contacto 12

4.3.1 Tajos a Cielo Abierto 12

4.3.2 Botadero de Roca Estéril Chontal Superior 13

4.3.2.1 Manejo de Agua Superficial 13

4.3.2.2 Manejo de Filtraciones 13

4.3.2.3 Tratamiento de Agua 13

4.3.3 Patio de Lixiviación Maricela 14

4.3.3.1 Colección de Solución y Manejo de Agua Superficial 14

4.3.3.2 Manejo de Filtraciones 15

4.3.3.3 Incremento de la Tasa de Evaporación 16

4.3.3.4 Tratamiento de Agua 16
4.3.3.5 Balance de Agua 17
4.4 Control de Sedimentos 19
5.0 MANEJO DE AGUA AL CIERRE DE MINA 20
5.1 Tajos a Cielo Abierto 21
5.2 Botadero de Roca Estéril Chontal Superior 22
5.3 Patio de Lixiviación Maricela 22
6.0 MONITOREO 24
6.1 Plan de Manejo de Roca Estéril 24
6.1.1 Distribución y Cantidad Anticipada de Roca Estéril 24
6.1.1.1 Clasificación Geoquímica de Roca Estéril 24
6.1.1.2 Clasificación de Roca Estéril 25
6.1.2 Programa de Monitoreo de Roca Estéril, Mineral y Pila de Lixiviación en Operaciones 26
6.2 Monitoreo de Calidad de Agua 27
6.2.1 Operaciones 29
6.2.1.1 Agua Superficial 29
6.2.1.2 Agua Subterránea 29
6.2.1.3 Manantiales 29
6.2.2 Cierre 30
6.2.2.1 Agua Superficial 30
6.2.2.2 Agua Subterránea 30
6.2.2.3 Manantiales 30
6.3 Investigaciones Adicionales 30
7.0 REFERENCIAS 31

TABLAS

Tabla 1: Precipitación Mensual y Anual para Condiciones Climáticas Promedio, Húmeda y Seca 2
Tabla 2: Eventos de Precipitación de Tormenta 3
Tabla 3: Evaporación de Bandeja Promedio Mensual y Anual 4
Tabla 4: Criterios de Diseño para el Manejo de Agua 8
Tabla 5: Volúmenes de Almacenamiento de los Estanques del Patio de Lixiviación 15

Tabla 6: Tasas de la Planta de Tratamiento de Agua del Patio de Lixiviación – Condiciones Climáticas de Año Húmedo 1 en 100 19
Tabla 7: Toneladas de Roca Estéril por Tipo de Alteración 24
Tabla 8: Clasificación de Roca Estéril Basada en el Criterio de Potencial de Generación de Acidez 26
Tabla 9: Resumen del Programa de Muestreo y Análisis para la Caracterización de Roca 26
Tabla 10: Monitoreo de Calidad de Agua 28

GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Flujo de Proceso del Patio de Lixiviación - Condiciones Climáticas Promedio Anuales

FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación de las Proximidades
Figura 2: Areas de Drenaje y Ubicaciones de Monitoreo de Agua
Figura 3: Instalaciones de Manejo de Agua e Infraestructura
Figura 4: Detalles del Sistema de Manejo de Agua
Figura 5: Estanque de Colección del Botadero de Roca Estéril para Tratamiento de Agua
Figura 6: Estructura de Control de Sedimento Típica
Figura 7: Secciones de Cierre del Botadero de Roca Estéril
Figura 8: Secciones de Cierre del Patio de Lixiviación

1.0 INTRODUCCIÓN

Pershimco Resources, Inc. (Pershimco) está planeando el Proyecto Cerro Quema en Panamá. El sitio del Proyecto está aproximadamente a 200 km al suroeste de la Ciudad de Panamá en la Provincia Los Santos. Este informe sintetiza el plan de manejo de agua conceptual para el Proyecto Cerro Quema y ha sido preparado por Golder Associates Ltd. (Golder) como parte del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA por su sigla en inglés) que Pershimco viene actualmente adelantando para cumplir con los requerimientos panameños, específicamente los requerimientos de la Autoridad Nacional del Ambiente – ANAM.

La Figura 1 presenta un mapa de ubicación del Proyecto y su vecindad a nivel nacional y continental. El plano del sitio y las instalaciones de la mina se muestran en la Figura 2.

El mineral triturado procedente de los tajos La Pava y Quemita será procesado utilizando lixiviación convencional a través de apilamiento con cinta transportadora. El mineral será procesado en el Patio de Lixiviación Maricela (HLF por su sigla en inglés) en tanto que el material removido sin contenido de oro será depositado en el Botadero de Roca Estéril Chontal Superior (WRD por su sigla en inglés). El agua de escorrentía limpia que drena hacia la huella de las instalaciones mineras será desviada y redirigida al medio ambiente. El agua recolectada dentro de la huella de las instalaciones mineras será redirigida a algún usuario de agua dentro del sitio de la mina, o tratada y descargada al medio ambiente.

El presente documento de plan de manejo de agua incluye lo siguiente:

- Descripción del sitio del Proyecto;
- Objetivos de manejo de agua y criterios de diseño;
- Descripción del sistema de manejo de agua para operación;
- Manejo de agua al cierre de mina; y
- Plan de monitoreo para operación y cierre.

2.0 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

2.1 Ubicación

El Proyecto está ubicado aproximadamente a 45 km al sur-suroeste de la ciudad de Chitré, que es el centro urbano de mayor tamaño de la península de Azuero en la Provincia Los Santos al suroeste de Panamá (Figura 1). Las coordenadas centrales del Proyecto son aproximadamente NAD27 UTM Zona 17N 551,500 mE; 834,500 mN.

2.2 Clima

El clima de la península de Azuero es tropical con una estación prolongada de elevada humedad entre mediados de mayo y noviembre. Una temporada relativamente cálida y de estación seca tiene lugar entre diciembre y mediados de mayo. La mayoría de la precipitación ocurre durante tormentas de lluvia torrenciales en la estación húmeda. La precipitación media anual en el sitio del Proyecto Cerro Quema es aproximadamente 1,850 milímetros (mm).

El promedio mensual de las temperaturas del aire para el sitio de Cerro Quema fueron determinadas ajustando datos de la Estación Climática Santiago tal como se reporta en el informe de viabilidad ambiental preparado en 1996 por Knight Piésold (KP 1996). Las temperaturas mensuales máximas y mínimas en el sitio son 28.5°C y 20.4°C, respectivamente. El Atlas Nacional de la República de Panamá indica que la temperatura media anual en el sitio del Proyecto es aproximadamente 25.5°C (P&I, Golder, KCA 2014).

Varias estaciones climáticas están ubicadas dentro o alrededor del sitio del Proyecto. Datos climáticos se han venido recolectando desde 1994 con frecuencia irregular en la estación climática dentro del sitio (Estación Climática Cerro Quema), incluyendo temperatura, lluvia, velocidad y dirección del viento. El conjunto de datos climáticos recolectados entre 1994 y el presente no se considera suficientemente convincente para reflejar el largo plazo y ser utilizado de manera directa con propósitos de diseño.

Existen varias estaciones climáticas con registros de largo plazo ubicadas en los alrededores del sitio del Proyecto, que incluyen Santiago, Los Santos, Tonosí, La Miel y La Llana. Aunque Santiago, Los Santos y Tonosí son las más cercanas al área del Proyecto, debido a su menor altitud y proximidad a la costa, su precipitación es considerablemente más alta que la precipitación medida en la Estación Climática Cerro Quema.

Se utilizó un análisis de regresión basado en frecuencia de pares para determinar cuál es la estación climática con registros de largo plazo cuyos datos se correlacionan mejor con las condiciones medidas en el sitio del Proyecto. Los resultados del análisis indicaron que la Estación Climática La Llana presenta la correlación más alta (R^2=0.97). En general, hay un 25 por ciento menos de precipitación mensual en Cerro Quema que en el registro de La Llana. En consecuencia, los datos de precipitación mensual de La Llana se redujeron un 25 por ciento para ser empleados como datos de precipitación mensual de diseño (Golder 2014a). La precipitación anual promedio para el registro ajustado de la Estación Climática La Llana es aproximadamente 1,850 mm. En la Tabla 1 se presentan los valores ajustados de precipitación mensual promedio.

Para obtener tasas de precipitación mensual correspondientes a condiciones climáticas húmedas y secas con periodo de retorno de 1 en 100 años, los valores ajustados de precipitación promedio de La Llana fueron multiplicados por factores de 1.37 y 0.67, respectivamente (precipitación anual extrema dividida entre la precipitación anual promedio). La precipitación en el sitio del Proyecto estimada para años húmedos y secos con periodo de retorno de 1 en 100 años es aproximadamente 2,540 mm y 1,250 mm, respectivamente. En la Tabla 1 se presentan los valores extremos de precipitación mensual.

Tabla 1: Precipitación Mensual y Anual para Condiciones Climáticas Promedio, Húmeda y Seca

Mes	Precipitación de Año Seco 1:100 (mm)	Precipitación Promedio (mm)	Precipitación de Año Húmedo 1:100 (mm)
Enero	9.3	14.0	19.1
Febrero	3.8	5.6	7.6
Marzo	7.3	10.8	14.8
Abril	34.1	50.7	69.5
Mayo	134.7	200.1	274.1
Junio	160.2	237.9	325.9
Julio	135.9	201.9	276.5
Agosto	169.5	251.8	344.9
Septiembre	184.0	273.4	374.5

Mes	Precipitación de Año Seco 1:100 (mm)	Precipitación Promedio (mm)	Precipitación de Año Húmedo 1:100 (mm)
Octubre	208.0	309.0	423.2
Noviembre	153.5	228.0	312.2
Diciembre	46.8	69.6	95.3
Anual Total	1,247.1	1,852.7	2,537.6

La frecuencia de precipitación en el sitio del Proyecto fue estimada por Dyer Engineering Consultants, Inc. (Dyer) en 2013 como parte del análisis hidrológico para todo el sitio del Proyecto (Dyer 2013). Dyer evaluó la precipitación promedio mensual de las estaciones climáticas La Miel, La Llana y Cerro Quema. En base a esta evaluación, Dyer seleccionó el registro de datos de La Miel para desarrollar un análisis de frecuencia con el objeto de determinar profundidades de precipitación para ciertos intervalos de recurrencia utilizando el Método de Distribución de Gumbel. En la Tabla 2 se presenta la precipitación estimada para eventos de tormenta asociados a varios periodos de recurrencia.

Tabla 2: Eventos de Precipitación de Tormenta

Período de Retorno (años)	Precipitación (mm)
2	94
5	115
10	130
25	148
50	161
100	175

No se dispone de tasas promedio mensuales de evaporación de bandeja para la estación climática del sitio del Proyecto o para otras estaciones climáticas cercanas con similares características geográficas como elevación y distancia desde la costa. La fuente más cercana de datos de evaporación adecuados es la Estación Climática Santiago localizada aproximadamente a 75 km al noroeste del Proyecto Cerro Quema, en el aeropuerto Rubén Cantú en Santiago, Panamá.

Los datos de evaporación de bandeja medidos en la Estación Climática Santiago entre 1971 y 1991 fueron ajustados en base a diferencias de elevación tal como se reporta en el informe de viabilidad ambiental preparado en 1996 por Knight Piésold (KP 1996). En la Tabla 3 se presentan las tasas promedio mensuales de evaporación de bandeja.

Tabla 3: Evaporación de Bandeja Promedio Mensual y Anual

Mes	Evaporación de Bandeja (mm)
Enero	85
Febrero	91
Marzo	105
Abril	98
Mayo	88
Junio	80
Julio	78
Agosto	79
Septiembre	76
Octubre	69
Noviembre	67
Diciembre	75
Anual Total	991

Debido a la cantidad limitada de datos no fue posible determinar con suficiente nivel de precisión las tasas de evaporación de bandeja para años húmedos y secos con periodo de retorno de 1 en 100 años. Por consiguiente, las tasas de evaporación de bandeja para condiciones climáticas promedio fueron utilizadas para soportar todas las condiciones climáticas en la modelación de balance de agua.

A nivel regional el promedio de la velocidad del viento es aproximadamente 1.30 kilómetros por hora (km/hr), con los vientos más fuertes ocurriendo entre Enero y Marzo. La dirección del viento es generalmente desde el norte y noroeste durante la estación seca, y desde el oeste durante la estación de lluvia. Los datos de viento del sitio del Proyecto indican que la dirección predominante es desde el norte-noreste.

2.3 Fisiografía

El área del Proyecto presenta una topografía montañosa, con un rango de elevación desde los 100 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta más de 900 msnm (Figura 2). El terreno en el sitio del Proyecto es empinado y accidentado. La mayor parte del área tiene pendientes superiores a 45 grados. Cabe anotar que las áreas de los dos tajos propuestos abarcan (La Pava) o están cerca de (Quemita) los puntos locales topográficamente más altos.

El Proyecto está localizado en una zona en que el incremento de elevación sigue una tendencia de oriente a occidente y el drenaje superficial primario tiene sentidos norte y sur, hacia el Río Quema y la Quebrada Quema respectivamente. Numerosos manantiales y corrientes de ladera drenan finalmente hacia los dos cursos de agua principales. Siete presas de gaviones (estructuras de control de sedimentos) han sido construidas en varios cursos de agua (Figura 2) para protección contra la erosión asociada con las actividades de exploración (plataformas de perforación y vías de acceso).

El área del Proyecto cuenta con abundante vegetación. La tala se ha limitado a los lugares donde existe infraestructura del Proyecto y actividades de exploración. Muchas de las quebradas están densamente forestadas, mientras que algunas crestas de montaña y laderas que fueron deforestadas previamente para

adaptarlas a terrenos de pastizales están cubiertas con pasto, arbustos y árboles dispersos. Debido a las estaciones húmeda y seca que se distinguen en la región, los arboles generalmente tienen diámetros entre 0,1 y 0.5 metros, y llegan a tener hasta 2 metros de altura. Se identifican pocos afloramientos de roca porque la meteorización tropical profunda ha resultado en la formación de suelos lateríticos y saprolíticos cerca de la superficie.

Con la excepción de las vías de acceso del Proyecto y los caminos para perforaciones de exploración, el área rural circundante solo es accesible a través de senderos.

2.4 Geología

La península de Azuero, donde se localiza el Proyecto Cerro Quema, es el distintivo más prominente en el litoral suroeste de Panamá (Océano Pacífico). El distrito de Cerro Quema está situado en la parte central de la península de Azuero. Las rocas en esta zona se componen de andesita, dacita, caliza, basalto y turbiditas las cuales se interpretan como depositadas en una región de Ante-arco (entre una zona de subducción y una cadena volcánica). La Formación Río Quema se interpreta como la secuencia de relleno de una cuenca Ante-arco al lado de un arco volcánico del Cretácico – Paleógeno y el recipiente de mineralización del distrito Cerro Quema.

La estructura geológica del área del Proyecto se caracteriza por una red de fallas empinadas inclinadas con rumbo noroeste y noreste. La Falla Río Joaquín es la mayor estructura regional con rumbo este-oeste que se estima tiene un movimiento de tipo inverso de aproximadamente 300 a 400 metros. Se localiza aproximadamente a 2 kilómetros al sur del Botadero de Roca Estéril propuesto y detrás del Patio de Lixiviación.

Los principales tipos de roca en el área de los depósitos se componen de arcillas saprolíticas dacíticas y dacitas silíceas con varios grados de lixiviación ácida y cementación de óxido de hierro. La dacita reciente en las áreas de los tajos ha sido alterada de manera hidrotermal y contiene cantidades variables de alteración y minerales repuestos.

Se han identificado numerosos depósitos de oro en la propiedad Cerro Quema, entre los cuales se incluyen La Pava y Quemita. La mineralización es soportada por domos de lava andesítica y dacítica de la Formación Río Quema.

2.5 Hidrogeología

Hasta la fecha no se han desarrollado pozos de observación ni piezómetros en las áreas donde se ubican los tajos La Pava y Quemita, el Patio de Lixiviación Maricela y el Botadero de Roca Estéril Chontal Superior, que indiquen la elevación del nivel freático local. A lo largo de la Quebrada Chontal se ubican varios pozos de bombeo y monitoreo (Golder 2014a). Mediciones de nivel de agua subterránea recolectadas mensualmente entre el 2008 y el 2012 en la Quebrada Chontal o adyacente a ella, muestran una variación entre 0.25 y 18 metros por debajo de la superficie del terreno. Los niveles de agua subterránea medidos podrían no ser representativos del área circundante gradiente arriba del drenaje natural.

Adicionalmente, Los niveles de agua subterránea se registraron en cuatro ocasiones, durante el período del 30 de junio hasta el 11 agosto del 2014 (Golder 2014c). Los niveles de agua en los pozos de poca profundidad, muestran las condiciones de la capa freática tanto en el suelo como en el lecho de roca superior, que probablemente corresponden a la condición de no confinado. Las profundidades del agua en los pozos de monitoreo poco profundos oscilaron entre 0.29 y 13.50 metros por debajo de la superficie del suelo.

Los niveles de agua en los pozos profundos reflejan la cabeza hidráulica en el lecho de roca fresca. Las profundidades del agua oscilaron entre 0.19 metros por encima de la superficie del suelo (condiciones artesianas) y 14.73 metros por debajo de la superficie del suelo.

La elevación de las aguas subterráneas, y por lo tanto la dirección de flujo regional, está fuertemente relacionada con la topografía de la zona del Proyecto. El flujo de agua subterránea lateral se produce a partir de las zonas altas hacia las zonas de los valles, donde el agua subterránea finalmente descarga a los afluentes menores o a los arroyos más grandes (por ejemplo, la Quebrada Quema) o ríos (Río Quema). Es probable que el flujo de agua subterránea de las zonas de La Pava y Quemita, que abarcan o están cerca de los puntos locales topográficamente más altos, sea de naturaleza radial, finalmente descargando aguas abajo en infiltraciones, arroyos o ríos de los alrededores.

La conductividad hidráulica del lecho de roca se ha estado evaluando en 13 pozos (Golder 2014c). Los valores de conductividad hidráulica varían entre $5x10^{-5}$ m/s y $2x10^{-9}$ m/s. Un amplio rango de valores como éste es común en los medios caracterizados por rocas ígneas fracturadas a competentes (Freeze and Cherry, 1979).

La conductividad hidráulica de los suelos se ha estado evaluando en dos pozos (Golder 2014c). Los valores de conductividad hidráulica varían entre $2x10^{-5}$ m/s y $2x10^{-4}$ m/s, con una media geométrica de $6x10^{-5}$ m/s. Estas estimaciones de conductividad hidráulica son probablemente el reflejo de los materiales de granos más gruesos observados en los suelos. En particular, la conductividad hidráulica de los suelos es cerca de cuatro órdenes de magnitud mayor que el del lecho de roca subyacente en estas dos ubicaciones.

2.6 Hidrología

La cadena de colinas este-oeste que define el área del Proyecto drena en sentidos norte y sur. La parte norte del Proyecto drena a la Quebrada Chontal en tanto que la parte sur drena hacia la Quebrada Seca y la Quebrada Maricela (Figura 2). Los arroyos que drenan hacia el norte descargan en el Río Quema. Los arroyos que drenan hacia el sur descargan en la Quebrada Quema (incluyendo las quebradas Seca y Maricela), la cual a su vez descarga en el Río Quema, aguas abajo del sitio del Proyecto. Tanto el Río Quema como la Quebrada Quema fluyen todo el año. El Río Quema fluye alrededor de la propiedad primero en dirección occidental y luego en dirección sur, descargando finalmente en el Río Güera, que drena a la cuenca del Río Tonosí. El Río Tonosí descarga en el Océano Pacífico. En el sitio del Proyecto no existen lagos ni humedales aunque existen manantiales intermitentes observables durante la estación húmeda. El nivel de agua en los cursos de agua varía considerablemente entre las estaciones húmeda y seca. De acuerdo con las observaciones, el curso principal de la Quebrada Chontal mantiene flujo durante la estación seca (Dyer 2013).

Se tomaron mediciones de flujo en varios cursos de agua cerca del Proyecto, inicialmente en enero del 2013 y luego en varias ocasiones durante el 2014 como soporte del EsIA.

2.7 Calidad de Agua

El análisis de calidad de agua en 16 sitios de muestreo antes del 2004 indica que las aguas originadas en o que fluyen a través del área del Proyecto generalmente son una solución diluida de carbonato de calcio. El valor medio de pH es 7.5. La conductividad especifica generalmente es más baja durante la estación húmeda debido a la dilución de escorrentía producida por eventos de tormenta (P&I, Golder, KCA 2014).

Desde septiembre del 2009 se viene adelantando monitoreo de calidad de agua superficial. Se completaron ocho eventos de muestreo entre septiembre del 2009 y junio del 2013 en un número de estaciones que varía

entre 12 y 14 por evento. Se completaron análisis para parámetros físicos y químicos. Los resultados de estos eventos de muestreo han sido compilados e interpretados como parte del EsIA.

2.8 Geoquímica

Se espera que la roca estéril tanto del tajo La Pava como del tajo Quemita sea generadora de acidez de acuerdo a los resultados del ensayo estático (Golder 2014d). La fracción de óxido del residuo de lixiviación de La Pava y Quemita tiene cierto potencial de generación de acidez en tanto que la fracción de sulfuro del residuo de lixiviación de La Pava es potencialmente generador de acidez.

Actualmente se están adelantando ensayos cinemáticos para cuatro muestras de roca estéril (tres muestras de Quemita y una muestra de La Pava), para evaluar las tasas de reacción de ácido produciendo y neutralizando minerales en esos materiales bajo condiciones de laboratorio. Los resultados están disponibles actualmente para las primeras diez semanas de ensayos y son consistentes con los resultados del ensayo estático (Golder 2014d).

El desarrollo de los tajos será detenido dentro de la zona de oxidación, de tal forma que la roca subyacente, contendora de sulfuros y potencialmente generadora de ácido, no será expuesta.

Los resultados de las pruebas de lixiviación de corto plazo SPLP (*synthetic precipitation leach procedure*) efectuadas sobre cuarenta y ocho muestras de estériles indican que la lixiviación de metales bajo condiciones acídicas y aún bajo condiciones neutras y alcalinas puede potencialmente ser un problema, en particular con respecto al aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel y, en menor medida cromo, plomo, selenio y zinc. Los resultados iniciales de la prueba cinética apoyan los resultados SPLP con respecto a los parámetros potenciales de interés (Golder 2014d).

De acuerdo con los resultados de las pruebas de lixiviación de metales de los estériles y el mineral lixiviado obtenidos hasta la fecha, es muy probable que el drenaje proveniente del Botadero de Roca Estéril, las paredes de los tajos a cielo abierto y el mineral lixiviado necesiten tratamiento antes de su descarga al medio ambiente. Además de considerar el potencial de lixiviación de metales, la evaluación de la calidad de agua y el plan de manejo de agua deben considerar las implicaciones potenciales de la liberación de sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT) y los principales iones (como sulfato, nitrato, nitrito, amoníaco y cloruro) debido al desarrollo de la mina (desagüe de mina y uso de explosivos).

Durante la etapa de operación se implementará un plan de manejo de roca estéril para ampliar el entendimiento de sus características geoquímicas. Los detalles del plan de manejo se presentan en la Sección 6. Dado que la mayoría de la roca estéril tiene potencial de generación de acidez, es muy probable que se requiera tratamiento de agua durante la etapa de operación antes de descargar el agua al medio ambiente. Según la caracterización de datos geoquímicos actualizada y el plan de minado, el botadero de roca estéril será diseñado para contener materiales con potencial de generación de acidez (PAG por su sigla en inglés). La escorrentía y las filtraciones serán recolectadas, monitoreadas y tratadas, tal como se describe en secciones subsecuentes de este informe.

3.0 OBJETIVOS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Esta sección proporciona un resumen de los objetivos y criterios de diseño del sistema de manejo de agua en el sitio del Proyecto.

3.1 Objetivos del Manejo de Agua

El agua de las cuencas donde se ubican las instalaciones mineras puede clasificarse en dos categorías: agua de contacto y agua sin contacto. Agua de contacto es agua superficial y subterránea que ha sido expuesta a materiales excavados o instalaciones de procesamiento de mineral. El agua sin contacto es agua superficial que es desviada alrededor de las instalaciones mineras (y también por debajo del Patio de Lixiviación Maricela). Toda agua sin contacto que se mezcla con agua de contacto se convierte en esta última.

Los objetivos principales del plan de manejo de agua son los siguientes:

- Interceptar el agua de escorrentía superficial que naturalmente drena hacia las instalaciones mineras (es decir, agua sin contacto) implementando desvíos de flujo a lo largo de sus límites para minimizar la generación de agua de contacto que va a requerir manejo, control de sedimentos y tratamiento;
- Interceptar y almacenar el agua de contacto generada en el sitio del Proyecto (escorrentía superficial y filtraciones) mediante canalización de la escorrentía desde las instalaciones mineras hacia usuarios de agua de la mina o instalaciones de tratamiento de agua antes de ser descargada al medio ambiente; y
- Proveer control de erosión y sedimentos para la escorrentía de agua superficial de las instalaciones mineras.

3.2 Criterios de Diseño para el Manejo de Agua

Los criterios de diseño para el sistema de manejo de agua se resumen en la Tabla 4 (Golder 2014a).

Tabla 4: Criterios de Diseño para el Manejo de Agua

Componente	Criterios de Diseño
Capacidad de transporte del flujo pico para el sistema de desvío de agua de escorrentía sin contacto	Evento de tormenta de 100-años y 24-horas
Profundidad mínima de operación del estanque de solución rica del Patio de Lixiviación (HLF)	3 m
Volumen de operación del estanque de solución rica del Patio de Lixiviación (HLF)	■ Volumen de operación de 24 horas para mantener la producción de la Planta ADR a una tasa de 700 m³/hr durante eventos de flujo de entrada bajo ■ 110% del volumen total del tanque de solución estéril
Volumen de operación del estanque de eventos del Patio de Lixiviación (HLF)	■ 24-horas de drenaje de la pila de lixiviación para permitir la operación de la planta por 24 horas en caso de cese temporal de las actividades de lixiviación debido a condiciones inesperadas como la pérdida de suministro de energía ■ Máxima acumulación de flujo bajo condiciones climáticas anuales promedio para prevenir tratamiento de agua y la subsecuente descarga de agua tratada al medio ambiente

Componente	Criterios de Diseño
Volumen de almacenamiento de escorrentía del estanque de solución rica del Patio de Lixiviación (HLF)	Evento de tormenta de 25-años y 24-horas
Volumen de almacenamiento de escorrentía del estanque de eventos del Patio de Lixiviación (HLF)	Evento de tormenta de 100-años y 24-horas
Borde libre de los estanques de solución rica y de eventos del Patio de Lixiviación (HLF)	0.5m por debajo de la elevación de la cresta
Incremento de la tasa de evaporación	Tasa máxima de 25 m^3/hr
Tasa nominal de aplicación de solución	10 $L/hr/m^2$
Tasa máxima de aplicación de solución	12 $L/hr/m^2$
Tasa máxima de flujo de solución	700 L/hr
Permeabilidad del material de cobertura del revestimiento	Velocidad superior a 1×10^{-2} cm/sec
Permeabilidad para mineral triturado en contacto con las tuberías de recolección del Patio de Lixiviación (HLF)	Velocidad superior a 5×10^{-3} cm/sec
Factor para tomar en cuenta la deflexión de las tuberías del Patio de Lixiviación (HLF)	Tubería dimensionada para transportar el flujo de diseño al 50% de la capacidad de las tuberías de los sistemas de recolección terciario y secundario
Factor de seguridad contra curvatura de las paredes de las tuberías primarias del Patio de Lixiviación (HLF)	2

4.0 SISTEMA DE MANEJO DE AGUA PARA OPERACIÓN

4.1 Estrategia de Manejo de Agua

El plan de manejo de agua para los tajos a cielo abierto, el Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior y el Patio de Lixiviación Maricela incluyen los siguientes sistemas (Figura 3):

- Un sistema de manejo de agua sin contacto que consiste de:
  - Canales interceptores alrededor de los perímetros del Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior y del Patio de Lixiviación Maricela para limitar la escorrentía de agua superficial que drena hacia las huellas de dichas instalaciones. El agua sin contacto será dirigida a la Quebrada Chontal y a un tributario de la Quebrada Maricela, respectivamente.
  - Un sistema de subdrenaje de tuberías para transportar agua sin contacto (agua de manantiales) desde abajo del Patio de Lixiviación Maricela hacia la Quebrada Maricela.
  - Medidas de control de erosión resultante de eventos de tormenta, instaladas de acuerdo con las Mejores Prácticas de Manejo (BMPs por su sigla en inglés) para limitar la erosión física que puede ser causada por la escorrentía de agua sin contacto en pendientes menores de corte y relleno.

- Un sistema de recolección, almacenamiento y tratamiento de agua de contacto compuesto de:
  - Sumideros y sistemas de bombeo para desagüe de los tajos, instalados en el fondo de los tajos La Pava y Quemita, complementados con líneas de tubería para transportar el flujo bombeado hacia el estanque del Botadero de Roca de Estéril.
  - Un sistema de subdrenes para recolectar filtraciones del Patio de Lixiviación Maricela.
  - Un sistema de subdrenes para recolectar filtraciones del Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior.
  - Una instalación de almacenamiento de agua – el estanque del Botadero de Roca de Estéril – localizada en el punto topográfico más bajo inmediatamente aguas abajo de la huella final del Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior, para recolectar la escorrentía superficial generada dentro de su huella y la descarga de su sistema de subdrenes.
  - Una planta de tratamiento de agua adyacente al estanque del Botadero de Roca de Estéril para tratar agua de contacto procedente de los tajos a cielo abierto y del Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior antes de ser descargada al medio ambiente.
  - Instalaciones de almacenamiento de agua – los estanques de solución rica y de eventos – localizadas en el punto topográfico más bajo inmediatamente aguas abajo del Patio de Lixiviación Maricela, para recolectar la escorrentía superficial generada dentro de su huella y la descarga de su sistema de subdrenes.
  - Una planta de tratamiento de agua adyacente a los estanques del Patio de Lixiviación Maricela para tratar el exceso de agua de contacto antes de ser descargado al medio ambiente.
  - Un sistema de revestimiento, de diseño compuesto, a ser instalado debajo del Patio de Lixiviación Maricela y sus estanques de proceso para capturar el agua de contacto que se origina de estas instalaciones y minimizar las filtraciones.
- Una serie de estructuras de control de sedimentos para manejar el aumento de carga de sedimentos en los cursos de agua potencialmente afectados por las instalaciones mineras.
- Un sistema de monitoreo de flujo y calidad de agua compuesto por una red de puntos de monitoreo de agua superficial y subterránea que serán monitoreados de acuerdo a un cronograma preestablecido. Los niveles desencadenantes de calidad de agua darán lugar al inicio de acciones investigativas y correctivas.

4.2 Sistema de Manejo de Agua Sin Contacto

Se implementarán canales de desviación en el Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior y el Patio de Lixiviación Maricela según se describe a continuación.

4.2.1 Botadero de Roca de Estéril Chontal Superior

Se han diseñado dos canales permanentes de desviación de agua de tormenta localizados en la parte más alta del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior para transportar de manera adecuada la escorrentía generada por el evento de tormenta de 100-años y 24-horas. Este evento de tormenta fue seleccionado para el dimensionamiento de los canales considerando que dichos canales de desvío serán conservados en la etapa de cierre de mina. Los canales de desviación van a desviar el agua de escorrentía superficial generada en el

área de captación gradiente arriba del botadero, hacia el norte y el occidente, alrededor del botadero, descargando en la Quebrada Chontal como se muestra en la Figura 3.

El área de captación desviada es 27 ha (cuencas 5 y 6 en la Figura 2). Los canales de desviación tienen sección trapezoidal como se muestra en la Figura 4. Tienen una base plana de 2 metros de ancho con taludes laterales 2H:1V y una profundidad mínima de 1 metro, proporcionando un borde libre mínimo de 15 centímetros. El diseño hidráulico de los canales de desviación se presenta en Golder 2014a. Los flujos transportados por los canales son vertidos a la Quebrada Chontal a través de una estructura de descarga. Las áreas de las cuencas 5 y 6, y el flujo pico de descarga de cada una se muestran en la tabla de la Figura 2.

4.2.2 Patio de Lixiviación Maricela

El Patio de Lixiviación Maricela va a requerir canales de desviación de agua de tormenta a lo largo de la vía de acceso de su perímetro norte para capturar el agua de escorrentía generada en el área de captación gradiente arriba del patio, como se muestra en la Figura 3. Zanjas de desviación más pequeñas se construirán a lo largo del límite de la vía de acceso (Figura 4) para capturar y transportar escorrentía de los taludes de corte requeridos para construir la vía de acceso perimetral del Patio de Lixiviación Maricela.

El canal de desviación norte está diseñado para transportar la escorrentía generada por el evento de tormenta de 100-años y 24-horas. Este evento de tormenta fue seleccionado para el dimensionamiento de los canales considerando que dichos canales de desvío serán conservados en la etapa de cierre de mina. El área de captación desviada es 23 ha (cuenca 2 en la Figura 2). El diseño hidráulico de los canales de desviación se presenta en Golder 2014a. El canal fluye en dirección occidente a oriente y los flujos que transporta son vertidos a la cabecera de un tributario sin nombre de la Quebrada Maricela, a través de una estructura de descarga. El área de la cuenca 2 y el flujo pico de descarga se muestran en la tabla de la Figura 2.

Un canal más pequeño será ubicado a lo largo del borde externo de la vía de acceso al patio de lixiviación para capturar escorrentía superficial de los taludes de corte creados durante la construcción. El canal liberará los flujos a través de estructuras de descarga localizadas en los puntos donde se requiera su vertimiento. Los puntos de descarga se ubicarán donde el perímetro de la vía presente transiciones de corte a taludes de relleno, e inversión de la dirección de flujo.

De otra parte, se instalarán subdrenes en los drenajes primarios del sitio donde se localiza el Patio de Lixiviación Maricela (es decir, en las ramas de la cabecera de la Quebrada Maricela por debajo de la huella del patio de lixiviación), para recolectar y transportar potencial agua de manantial que podría aparecer por debajo del Patio de Lixiviación Maricela (Figura 3). Los drenajes existentes serán preparados mediante excavación de suelos sueltos e inestables, y posterior relleno con grava gruesa, durable y de drenaje libre, a manera de dren alrededor de una tubería perforada, tal como se muestra en la Figura 4. Los manantiales que se ubican en laderas gradiente arriba de los drenajes existentes, y dentro de los límites de la fundación del Patio de Lixiviación Maricela, serán equipados con drenes del mismo tipo y fluirán por gravedad hacia los subdrenes principales.

Los subdrenes estarán separados hidráulicamente del mineral del patio y la solución por una capa de baja permeabilidad de 300 mm de espesor, instalada debajo de una geomembrana de revestimiento de polietileno de alta densidad (HDPE por su sigla en inglés) de 2 mm de espesor. Adicionalmente se pondrá una capa de relleno estructural de espesor variable entre los subdrenes y el revestimiento. Se anticipa que el agua

subterránea recolectada en los subdrenes instalados por debajo del revestimiento, tendrá calidad de agua adecuada para ser vertida directamente a la Quebrada Maricela a través de una estructura de descarga.

4.3 Sistema de Manejo de Agua de Contacto

El sistema de manejo de agua de contacto para cada una de las instalaciones de Cerro Quema se describe en esta sección.

4.3.1 Tajos a Cielo Abierto

En la Figura 2 se muestran la huella final de los tajos a cielo abierto y las áreas de captación asociadas a su manejo de agua. El tajo La Pava se ubica en el punto local topográficamente más alto y su área de captación corresponde a su huella. La huella final del tajo La Pava es 19.4 ha. El área de captación del tajo Quemita es principalmente su huella sumada a una pequeña área de captación gradiente arriba del límite sureste del tajo. El área total de captación del tajo Quemita considerando su huella final es 11.1 ha.

En base a los resultados de las pruebas de lixiviación de metales de los estériles y el mineral lixiviado obtenidos hasta la fecha, es muy probable que el drenaje de las paredes de los tajos deba ser capturado y sometido a tratamiento antes de ser descargado al medio ambiente durante la etapa de operación. Se llevará a cabo muestreos de calidad de agua en los sumideros de los tajos durante la etapa de operación para recolectar datos adicionales y lograr un mejor entendimiento de la calidad de agua de los tajos.

Hasta la fecha no se han desarrollado pozos de observación ni piezómetros en las áreas donde se ubican los tajos La Pava y Quemita, el Patio de Lixiviación Maricela y el Botadero de Roca Estéril Chontal Superior, que indiquen la elevación del nivel freático local. Por ahora la posición del nivel freático debe ser inferida a partir de las condiciones geológicas. Se anticipa que el nivel freático regional se conforma a la topografía de manera que es más profundo en áreas de mayor elevación y poco profundo cerca de los cauces de los cursos de agua. Los programas de perforación para exploración completados hasta la fecha han encontrado poca agua cerca del límite de los tajos y no se espera que la elevación proyectada del fondo de los tajos llegue a interceptar el nivel freático (P&I, Golder, KCA 2014). Debido a la naturaleza altamente fracturada de la roca, se espera que los tajos permanezcan secos, excepto durante cortos periodos de tiempo durante eventos de precipitación en la estación húmeda cuando podría producirse acumulación de agua. Las investigaciones hidrogeológicas futuras ayudarán a confirmar la localización del nivel freático con respecto al fondo de los tajos y a establecer si flujos de agua subterránea van a contribuir a las tasas de desagüe de los tajos.

La escorrentía superficial de las paredes de los tajos como resultado de la precipitación será recolectada en los sumideros del fondo de los tajos. Se utilizará un sistema de bombeo para el desagüe de los sumideros. El agua bombeada será transportada a través de tuberías al estanque del Botadero de Roca Estéril (Figura 3) y desde allí a la planta de tratamiento de agua adyacente a dicho estanque antes de su descarga a la Quebrada Chontal.

El sistema de bombeo de agua de los tajos La Pava y Quemita será diseñado para tasas nominales de bombeo de 470 m^3/hr y 270 m^3/hr, respectivamente, asumiendo que la escorrentía resultante del evento de tormenta de 100-años y 24-horas se bombea fuera de los tajos en tres días. La estimación de estas tasas nominales se ha basado únicamente en escorrentía superficial. Tal como se mencionó anteriormente, las investigaciones hidrogeológicas futuras ayudarán a confirmar la localización del nivel freático con respecto al fondo de los tajos y a establecer si flujos de agua subterránea van a contribuir a las tasas de desagüe. Las tasas nominales de

bombeo podrían ser ajustadas en base a factores de diseño a ser adoptados para el diseño detallado del sistema de bombeo.

4.3.2 Botadero de Roca Estéril Chontal Superior

4.3.2.1 Manejo de Agua Superficial

En la Figura 2 se muestra la huella final del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior. Se anticipa que la mayor parte de la precipitación que caiga sobre la superficie del botadero se infiltrará en su interior y será recolectada en los subdrenes. Si alguna fracción de escorrentía escurre por su superficie, drenará al punto topográfico más bajo, que corresponde a la ubicación del estanque del Botadero de Roca Estéril donde será capturada (Figura 3). La escorrentía superficial será dirigida a dicho punto principalmente nivelando los bancos del botadero en forma adecuada para promover el drenaje deseado. El agua recolectada en el estanque del Botadero de Roca Estéril tendrá que ser bombeada a la planta de tratamiento de agua adyacente al estanque antes de ser descargada a la Quebrada Chontal. En la Figura 5 se presentan detalles del estanque del Botadero de Roca Estéril.

4.3.2.2 Manejo de Filtraciones

Se instalarán subdrenes por debajo del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior, en los drenajes primarios del sitio del botadero (es decir, las ramas de la parte alta de la Quebrada Chontal ubicadas debajo de la huella del botadero) para recolectar y transportar las filtraciones hacia el drenaje natural aguas abajo del pie del botadero, donde se ubica el estanque del Botadero de Roca Estéril (Figura 3). Se anticipa que el agua interceptada por los subdrenes será agua de contacto de pobre calidad y por consiguiente tendrá que ser recolectada en el estanque del botadero para ser tratada antes de su descarga a la Quebrada Chontal. Los subdrenes reducirán además el contacto entre el agua de manantiales y la roca estéril, y van a prevenir el desarrollo de presión de agua en los poros del botadero, lo cual es necesario para mantener su estabilidad. Los subdrenes se construirán excavando más allá de los suelos débiles, para luego instalar tuberías perforadas rodeándolas de grava gruesa y duradera, todo sobre una capa de geotextil no tejido (Figura 4).

La red de subdrenes descargará finalmente en el estanque del Botadero de Roca Estéril ubicado inmediatamente aguas abajo del botadero. El agua recolectada en el estanque tendrá que ser bombeada a la planta de tratamiento de agua adyacente al estanque antes de ser descargada a la Quebrada Chontal.

Los manantiales que se identifiquen dentro de la huella del botadero y por fuera de los límites del drenaje natural, serán equipados con subdrenes similares. El agua de manantial que se origine dentro de la huella del botadero se mezclará con agua de contacto que fluya a través de la estructura y por consiguiente será considerada como agua de contacto. El agua de contacto y el agua de manantial recolectadas dentro de la huella del botadero reportarán al estanque del Botadero de Roca Estéril.

4.3.2.3 Tratamiento de Agua

En base a los resultados de las pruebas de lixiviación de metales de los estériles y el mineral lixiviado obtenidos hasta la fecha, el drenaje del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior recolectado en el estanque del botadero tendrá que ser tratado antes de ser descargado al medio ambiente. El agua tratada será vertida por gravedad a través de una tubería a la Quebrada Chontal. Para definir la capacidad de la planta de tratamiento de agua se tomará en cuenta los flujos de entrada procedentes del Botadero de Roca Estéril, el tajo La Pava y el tajo Quemita. Se anticipa que la planta de tratamiento deberá utilizarse en todas las condiciones climáticas.

Actualmente se planea la implementación de un sistema convencional de ajuste de pH para reducir las concentraciones de metales y los niveles de acidez. El tratamiento de efluentes es requerido para cumplir con la Regulación Panameña PR-351. El diseño del tratamiento, incluyendo la selección del método preferido de tratamiento, será desarrollado en la siguiente fase del proyecto.

4.3.3 Patio de Lixiviación Maricela

4.3.3.1 Colección de Solución y Manejo de Agua Superficial

En la Figura 2 se muestra la huella final del Patio de Lixiviación Maricela. Se anticipa que la mayor parte de la precipitación que caiga sobre la superficie del botadero se infiltrará en su interior y será recolectada por el sistema de colección de solución, que consiste en una red de tuberías perforadas para recolección. Si alguna fracción de escorrentía escurre por su superficie, drenará a lo largo del pie de la pila de lixiviación (Figura 4) al punto topográfico más bajo, que corresponde al inicio del canal de colección de solución donde será capturada (Figura 3). El agua recolectada en el canal de colección de solución será transportada por gravedad al estanque de solución rica y luego bombeada a instalaciones de proceso adyacentes para la extracción del mineral.

Se anticipa que durante condiciones inesperadas como pérdida de suministro de energía o eventos de tormenta extremos, la solución rica y el agua de tormenta van a exceder la capacidad de almacenamiento del estanque de solución rica, el cual rebosará al estanque de eventos. Los estanques propuestos de solución rica y eventos se ubican al suroeste del Patio de Lixiviación Maricela, como se muestra en la Figura 3.

La solución y el agua de tormenta provenientes del Patio de Lixiviación van a reportar inicialmente al estanque de solución rica. Durante condiciones en que el volumen de solución dentro del estanque de solución rica se torne muy grande, la solución rebosará al estanque de eventos a través de un vertedero de cresta ancha revestido con geomembrana. Así mismo, rebalses bajo condiciones inesperadas que tengan lugar en la Planta ARD, el tanque de solución estéril, y la planta de tratamiento de agua, rebosarán a los estanques de proceso a través de vertederos revestidos con geomembrana o de tuberías.

La elevación de la cresta de los estanques de solución rica y de eventos es la misma y por lo tanto ambos se combinan para proporcionar el borde libre de retención, por encima del vertedero de rebose del estanque de solución rica y por encima del aliviadero de emergencia del estanque de eventos.

El estanque de eventos, ubicado al sur del estanque de solución rica, proporciona capacidad de almacenamiento adicional para el estanque de solución rica. Captura la solución del estanque de solución rica a través del vertedero de rebose y retorna la solución al estanque de solución rica por medio de un sumidero y un sistema de bombeo de retorno localizados en el costado noroeste. El sistema de tratamiento de agua para tratamiento y descarga de solución se ubica a lo largo del costado sureste (Figura 3).

El estanque de eventos incluye un aliviadero de emergencia ubicado en el costado sur para evitar la falla catastrófica del dique de contención en caso de eventos de tormenta extremos o condiciones inesperadas que excedan las condiciones de diseño. El aliviadero de emergencia descarga a la Quebrada Maricela.

En la Tabla 5 se resumen los requerimientos de capacidad y el almacenamiento disponible de acuerdo al diseño de los estanques de proceso. Los requerimientos de volumen de almacenamiento de los estanques fueron calculados utilizando el modelo de balance de agua descrito en la Sección 4.3.3.5. El diseño hidráulico de los estanques de proceso se presenta en Golder 2014a.

Tabla 5: Volúmenes de Almacenamiento de los Estanques del Patio de Lixiviación

Estanque	Criterio	Volumen Requerido (m^3)	Volumen Disponible (m^3)
De Solución Rica	Hasta su vertedero de rebose	34,200	40,100
De Eventos	Hasta el vertedero de rebose del estanque se solución rica	248,700	273,200
Ambos Estanques Combinados	Hasta el aliviadero de emergencia del estanque de eventos	332,500	333,000

4.3.3.2 Manejo de Filtraciones

El Patio de Lixiviación Maricela ha sido diseñado con un sistema de revestimiento para minimizar las filtraciones de acuerdo con los requerimientos del Código Internacional de Cianuro y cumple o excede los estándares Norteamericanos y prácticas para sistemas de revestimiento, sistemas de tuberías y estanques de proceso, buscando así disminuir el riesgo ambiental de que las instalaciones pudieran impactar suelos locales, agua superficial y agua subterránea dentro y en la vecindad del sitio del Proyecto. La pila de lixiviación será revestida de manera continua con un sistema de revestimiento compuesto conformado por:

- Subrasante compactada;
- Lecho de apoyo del revestimiento con suelo de granos finos y espesor mínimo de 300 mm, ya sea compactado en el sitio o en las zonas de préstamo identificadas, con condiciones de humedad y compactación para proporcionar una permeabilidad igual o menor a $1x10^{-6}$ cm/sec;
- Sistema de detección de fugas consistente de tuberías corrugadas perforadas de polietileno (CPE por su sigla en inglés) de 100 mm de diámetro, rodeadas de grava que promueva libre drenaje, instalado por debajo del revestimiento de geomembrana y de las tuberías principales de colección se solución, al costado sur del Patio de Lixiviación siguiendo el pie del talud;
- Geomembrana sencilla de revestimiento en HDPE de 2 mm (80-mil), texturada por ambas caras; y
- Capa de cobertura del revestimiento de mínimo 700 mm de espesor, construida con material triturado, limpio, que promueva el libre drenaje, instalada sobre la geomembrana en una sola capa no compactada, en el área del pie del talud y a lo largo de la base de los drenajes, para proteger el revestimiento y promover drenaje. Para la construcción de la capa de cobertura podría utilizarse mineral triturado siempre y cuando sea durable y promueva drenaje adecuado.

Los estanques de solución rica y de eventos contarán con revestimiento independiente de doble geomembrana y sistemas de detección de fugas conformados por:

- Subrasante compactada;
- Lecho de apoyo del revestimiento con suelo de granos finos y espesor mínimo de 300 mm, ya sea compactado en el sitio o en las zonas de préstamo identificadas;
- Geomembrana sencilla de revestimiento secundario en HDPE de 1.5 mm (60-mil), texturada por ambas caras;

- Sumidero de detección de fugas de 1 metro de profundidad y 2 metros cuadrados de superficie, con una tubería ascendente de detección de fugas en HDPE de 250 mm de diámetro que se extiende hasta arriba del talud lateral del estanque – el sumidero de detección de fugas va a ser rellenado con grava limpia que promueva de libre drenaje;
- Revestimiento de geonet de HDPE sobre la geomembrana secundaria; y
- Geomembrana sencilla de revestimiento primario en HDPE de 2 mm (80-mil), texturada solo por la cara superior.

El doble revestimiento de los estanques tiene la finalidad de suprimir la necesidad de proveer un tiempo máximo de almacenamiento.

Los subdrenes instalados por debajo del revestimiento para la recolección de agua sin contacto, descritos en la sección de manejo de agua sin contacto, permitirán el monitoreo de contaminantes de la solución del Patio de Lixiviación Maricela y constituirán un segundo nivel de contención en caso de ser necesario.

4.3.3.3 Incremento de la Tasa de Evaporación

Se anticipa un exceso de flujo generado en el Patio de Lixiviación durante la etapa de operación porque el sitio del Proyecto se ubica en una zona de balance de agua neto positivo ya que la precipitación anual es de aproximadamente 1,850 mm mientras que la evaporación de bandeja promedio anual es menor a 1,000 mm. Se planea el uso de irrigadores de incremento de evaporación con la finalidad de limitar la cantidad de exceso de flujo producido por el patio.

Las técnicas de incremento de evaporación serán empleadas en la estación húmeda para reducir el exceso de agua en el estanque de eventos durante las estaciones húmeda y seca de manera que la planta de tratamiento de agua no sea requerida durante condiciones climáticas promedio anuales. La evaporación se incrementará con rociadores evaporadores flotantes en el estanque de eventos e irrigación tipo *wobbler* en el patio. En la primera fase de la etapa de operación solo se requerirá la irrigación tipo *wobbler* durante condiciones climáticas promedio anuales. En la segunda fase de la etapa de operación el incremento de la tasa de evaporación será variable a lo largo del año, alcanzando una tasa máxima de 25 m^3/hr durante la estación húmeda.

Las tasas de incremento de evaporación serán variables según el promedio mensual de temperatura, humedad, precipitación y presión barométrica. De acuerdo a las condiciones climáticas, se espera que los rociadores evaporadores flotantes tengan una eficiencia de evaporación del 30 por ciento.

4.3.3.4 Tratamiento de Agua

El agua de contacto del Patio de Lixiviación Maricela debe ser tratada antes de ser descargada al medio ambiente. Durante años de precipitación más alta que la precipitación anual promedio (años húmedos), el exceso de agua almacenada en los estanques de proceso podría requerir tratamiento y descarga al medio ambiente. Adicionalmente, luego que el apilamiento se complete y durante la irrigación del patio, el tratamiento de agua será necesario hasta que los objetivos de calidad de agua se cumplan. Para lograrlo, Kappes, Cassiday and Associates (KCA) determinó que el exceso de agua será removido del estanque de eventos y procesado a través de una planta de tratamiento de agua (o detoxificación) para destruir el contenido de cianuro. La solución detoxificada será entonces descargada a la Quebrada Maricela. El método escogido para la destrucción de cianuro es el proceso Aire/SO_2. Este proceso mezcla dióxido de sodio (SO_2) con oxígeno de

la atmósfera para destruir el cianuro. El agua detoxificada rebosará por gravedad a la Quebrada Maricela a través de una tubería.

El exceso de agua que requiere detoxificación generalmente se almacena en el estanque de eventos por periodos de tiempo prolongados antes de que la detoxificación tenga lugar. La exposición de largo plazo a la luz solar y la degradación natural ultravioleta de cianuro resultante, particularmente en la parte superior de la profundidad del estanque, proporcionan la mayoría de la detoxificación. En este caso y con frecuencia, el paso del proceso Aire/SO_2 constituye más un paso de limpieza para detoxificación.

La planta de tratamiento propuesta para el Patio de Lixiviación Maricela tendrá capacidad para tratar hasta 300 m^3/hr. Se anticipa que la planta de tratamiento de agua sea utilizada durante condiciones climáticas húmedas extremas y no sería requerida cuando se esté extrayendo y apilando el mineral durante las condiciones climáticas promedio anuales. La tasa de tratamiento de agua fue calculada utilizando el modelo de balance de agua desarrollado para el Proyecto Cerro Quema, discutido en la Sección 4.3.3.5.

Los datos geoquímicos disponibles actualmente para el Patio de Lixiviación Maricela sugieren que el mineral lixiviado puede tener potencial para generar condiciones ácidas. Si se desarrollan condiciones ácidas podría requerirse tratamiento adicional del agua de contacto antes de su descarga al medio ambiente.

4.3.3.5 Balance de Agua

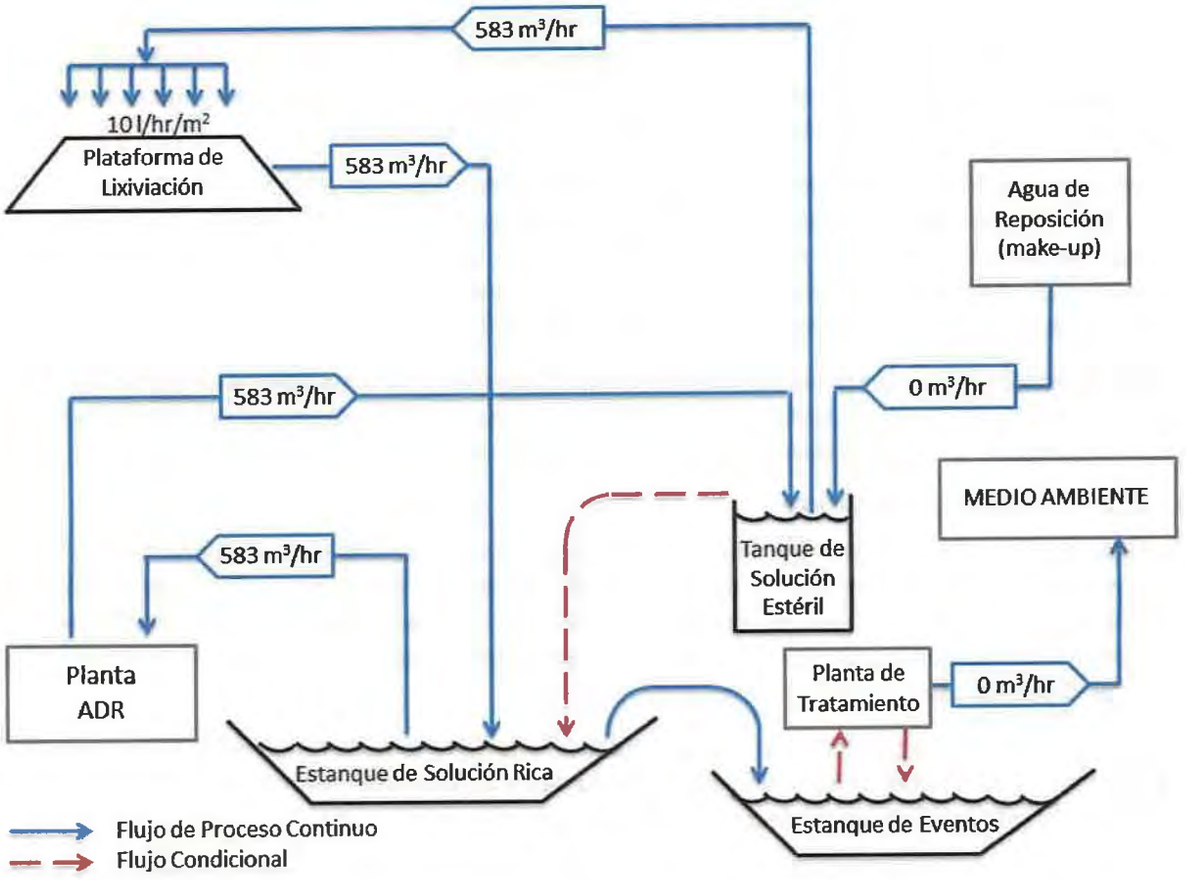
Se desarrolló un modelo determinístico de balance de agua en hoja de cálculo para aproximar la circulación de soluciones en el patio, los estanques y las instalaciones de proceso, así como para modelar la introducción de precipitación y evaporación en función del tiempo. El modelo de balance de agua incorpora datos recolectados por Pershimco, propiedades de diseño desarrolladas por KCA y Golder, y supuestos de ingeniería, según se detalla en Golder 2014a.

Los resultados del modelo de balance de agua predicen agua de reposición (*make-up*), flujos requeridos para tratamiento de agua, tasas de incremento de evaporación y capacidades mínimas de almacenamiento de los estanques durante condiciones climáticas anuales promedio, húmedas y secas.

Para calcular el volumen de agua de reposición, el volumen de almacenamiento de los estanques y las tasas de tratamiento de agua, el balance de agua consideró flujos de entrada como lluvia y solución lixiviada (incluyendo agua de reposición), y flujos de salida como evaporación y pérdidas de consumo asociadas con la irrigación del mineral. Una eficiencia de evaporación de diseño del 15 por ciento fue asignada de manera conservadora para tomar en cuenta el efecto de los rociadores para incremento de la evaporación (aproximadamente 50 por ciento de la eficiencia estimada por el fabricante).

El Patio de Lixiviación Maricela y las instalaciones de proceso fueron diseñados para que no haya descarga tanto de agua superficial como de agua subterránea durante condiciones climáticas promedio anuales. El circuito de proceso del Patio de Lixiviación se muestra esquemáticamente en el Gráfico 1.

Gráfico 1: Diagrama de Flujo de Proceso del Patio de Lixiviación - Condiciones Climáticas Promedio Anuales



El Patio de Lixiviación Maricela será construido en dos fases. La Fase 1 consiste en la construcción de la parte sur de la pila de lixiviación, la vía de acceso perimetral, el sistema de subdrenes, el sistema de revestimiento con geomembrana, el sistema de colección de solución, las instalaciones de desviación de agua de tormenta temporales y permanentes, y los estanques de proceso revestidos con geomembrana. La Fase 2 consistirá en la construcción de la parte norte de la pila de lixiviación, su sistema de subdrenes, su sistema de revestimiento con geomembrana y su sistema de colección de solución.

Tasas de Tratamiento de Agua

Para estimar las tasas de tratamiento de agua que podrían requerirse durante condiciones climáticas húmedas extremas, la precipitación anual de condiciones húmedas de 1 en 100 años y las tasas de evaporación de bandeja promedio anuales se utilizaron en el modelo, usando además las tasas de incremento de evaporación promedio anuales. La Tabla 6 presenta los resultados de los análisis.

Tabla 6: Tasas de la Planta de Tratamiento de Agua del Patio de Lixiviación – Condiciones Climáticas de Año Húmedo 1 en 100

Mes	Fase 1 de Operaciones (m^3/hr)	Fase 2 de Operaciones (m^3/hr)
Enero	0.0	20.2
Febrero	0.0	11.8
Marzo	0.0	8.4
Abril	0.0	4.5
Mayo	0.0	10.2
Junio	29.6	35.6
Julio	30.7	40.8
Agosto	28.8	42.9
Septiembre	35.0	50.0
Octubre	35.8	50.9
Noviembre	41.0	59.0
Diciembre	31.2	47.1

4.4 Control de Sedimentos

Actualmente existen siete estructuras de control de sedimentos en el área del Proyecto ubicadas en las quebradas Mala, Wicho, Africano, Aguacatal, Gallote, Seca y Chontal, como se muestra en la Figura 2. Estas estructuras fueron construidas con gaviones (canastas metálicas rellenas de rocas). A continuación de listan las estructuras de control de sedimento que serán erigidas o reconstruidas al inicio de la etapa de construcción del Proyecto (Figuras 2 y 3):

- La estructura de control de sedimento existente ubicada en la Quebrada Chontal aguas arriba de la confluencia con el Río Quema será reconstruida para controlar los sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior;
- La estructura de control de sedimento existente ubicada en la Quebrada Seca aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Quema será reconstruida para controlar los sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del corredor de la cinta transportadora del patio de lixiviación y la vía principal de acceso a la mina;
- Una nueva estructura de control de sedimento se ubicará en la Quebrada Maricela aguas abajo de los estanques de proceso del Patio de Lixiviación, para capturar y controlar el transporte de sedimentos generados por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Patio de Lixiviación Maricela; y
- Una nueva estructura de control de sedimento se ubicará en el tributario sin nombre de la Quebrada Maricela ubicado justo al este del Patio de Lixiviación Maricela, para manejar los sedimentos generados

por actividades mineras cuesta arriba y flujos de agua superficial alrededor del Patio de Lixiviación Maricela.

Las áreas de captación que reportarán a las nuevas estructuras de control de sedimento se muestran en la Figura 2 (cuencas 1, 2, 4 y 5). Las áreas de las cuencas 1, 2, 4 y 5, y el flujo pico de descarga de cada una se muestran en la tabla de la Figura 2.

Para la construcción de las estructuras de control de sedimento se emplearán terraplenes de tierra, gaviones u otras técnicas de construcción que resulten apropiadas (Figura 6). La estructura de control de sedimento crea un reservorio justo aguas arriba de la misma que actúa como estanque de asentamiento, permitiendo que los sedimentos del flujo de agua se asienten y depositen aguas arriba del terraplén de la estructura. Durante eventos de lluvia pronunciados el agua fluirá por el terraplén al curso de agua a través de un vertedero de rebose de cresta ancha (Figura 6). Los vertederos de rebose han sido dimensionados para el flujo resultante del evento de tormenta de 100-años y 24-horas. Los sedimentos serán removidos con frecuencia regular para prevenir la sobrecarga del estanque de asentamiento aguas arriba del terraplén. Los sedimentos removidos serán depositados en las pilas de acopio de material orgánico que se muestran en la Figura 2.

Se proporcionará control de erosión local a lo largo de las vías de acceso y corredores de cintas transportadoras utilizando rollos de fibra, cercas de cieno, estacas de madera u otras medidas apropiadas a instalarse de acuerdo con las Mejores Prácticas de Manejo para agua de tormenta (BMPs por su sigla en inglés). Dichas prácticas de control de erosión serán mantenidas para taludes menores de corte y relleno hasta que la vegetación se haya establecido para proporcionar protección natural contra la erosión. La Figura 4 muestra un detalle típico.

5.0 MANEJO DE AGUA AL CIERRE DE MINA

La mina y las instalaciones asociadas serán desmanteladas al final de la vida de la mina. El concepto de desmantelamiento propuesto para el Proyecto consiste en rehabilitar las superficies de terreno disturbado y los cursos de agua, y restaurarlos a su condición existente antes del Proyecto, hasta donde sea posible.

El planeamiento de cierre para el Proyecto Cerro Quema será consistente con las guías de cierre aceptadas para minas en Panamá y seguirá prácticas y lineamientos aceptados para minas en otras regiones donde se operan tajos a cielo abierto y patios de lixiviación. Las áreas disturbadas por actividades mineras serán reclamadas y cerradas bajo condiciones físicas y químicas estables. Los tajos serán desarrollados con taludes generales que sean estables en la etapa de operación y que continúen siendo estables en el largo plazo durante la etapa de post-cierre. El Patio de Lixiviación Maricela y el Botadero de Roca Estéril Chontal Superior serán construidos y operados anticipando su cierre al final de la vida de la mina, utilizando procedimientos de reclamación concurrentes hasta donde sea posible.

El foco de atención de todo el planeamiento y las actividades de cierre será minimizar el impacto o degradación del agua superficial y subterránea en el área global de la mina. El cierre progresivo de instalaciones durante la etapa de operación ayudará con este objetivo.

La vía de acceso principal al sitio del Proyecto desde la población de Río Quema, las vías internas de acceso del sitio, y el sistema de suministro y distribución de energía se conservarán hasta que el tratamiento de agua

ya no sea requerido. Los equipos de manejo de agua y de suministro de energía podrán ser removidos del sitio del Proyecto cuando la calidad de agua sea adecuada para su descarga directa al medio ambiente. Las áreas disturbadas, incluyendo vías de acceso interno, serán escarificadas según se necesite, niveladas para proveer drenaje hacia cursos de agua naturales, y re-vegetadas. La vía de acceso principal al sitio del Proyecto se mantendrá operante.

El manejo de agua al cierre de la mina para cada instalación se describe en las siguientes secciones.

5.1 Tajos a Cielo Abierto

Los tajos La Pava y Quemita continuarán abiertos hasta el cese del minado y los bancos construidos durante la etapa de operación se dejarán en pie (el acceso será restringido conservando el cercado y construyendo una berma con roca estéril a la entrada de la rampa).

Tal como se discute en la Sección 4.3.1, no se anticipa que el fondo de los tajos vaya a interceptar el nivel freático (P&I, Golder, KCA 2014) de acuerdo con la localización del nivel de agua subterráneo inferida a partir de las condiciones geológicas. Debido a la naturaleza altamente fracturada de la roca, se espera que los tajos permanezcan secos excepto durante cortos periodos de tiempo durante eventos de precipitación en la estación húmeda, cuando podría producirse acumulación de agua. La posición del nivel freático se desconoce actualmente y las investigaciones hidrogeológicas futuras ayudarán a confirmar la localización del nivel freático con respecto al fondo de los tajos.

La base de los tajos a cielo abierto será detenida dentro de la zona de oxidación, de tal forma que la roca subyacente, contendora de sulfuros y potencialmente generadora de ácido, no será expuesta. La geología esperada del tajo La Pava al cierre se ha predicho asumiendo que el desarrollo de las paredes del tajo será interrumpido dentro de la zona de roca fresca meteorizada (P&I, Golder, KCA 2014); de acuerdo a los resultados preliminares de ensayos, se anticipa que las paredes del tajo no serán potencialmente generadoras de acidez al cierre.

El examen de núcleos de perforación en el sitio del Proyecto indica que el material cercano a la superficie contiene arcilla y poco o nada de grava y roca competente. Cuando se aproxime el final de la etapa de operación la excavación estará alcanzando la última capa del tajo y sus paredes consistirán principalmente de material arcilloso. En ese momento el monitoreo de calidad de agua será indicativo de la calidad de agua esperada al cierre.

Si la calidad de agua no es aceptable para su descarga directa al medio ambiente, la acumulación de agua en los tajos deberá evitarse para minimizar las filtraciones. Con este objetivo la escorrentía superficial resultante de la precipitación en las paredes de los tajos continuará siendo recolectada en los sumideros del fondo de los tajos al cierre y enviada mediante bombeo al estanque del Botadero de Roca Estéril (Figura 3). El agua recolectada en el estanque continuará siendo enviada a la planta de tratamiento de agua adyacente antes de ser descargada a la Quebrada Chontal. Durante el cierre y el post-cierre se requerirá monitoreo continuo de calidad de agua. El cese del tratamiento de agua solo será posible cuando la calidad de agua sea adecuada para su descarga directa al medio ambiente. En ese momento el sistema de bombeo de los tajos y las líneas de tubería que conectan con el estanque del Botadero de Roca Estéril podrán ser desmantelados.

5.2 Botadero de Roca Estéril Chontal Superior

La roca estéril será depositada en bancos de 10 a 15 metros de altura con márgenes entre capas de disposición de roca que den lugar a un talud general nominal de 2.5H:1V. Los taludes del botadero incluirán bancos a intervalos regulares y los taludes entre bancos serán aplanados a medida que el cierre del botadero vaya progresando. El cierre progresivo incluirá la nivelación de los bancos para promover el drenaje y la instalación de una cobertura de cierre sobre los taludes y bancos del botadero a medida que éste vaya siendo desarrollado. Finalmente la cobertura se instalará sobre la cresta del botadero luego que el minado haya llegado a su fin. La Figura 7 presenta secciones transversales del botadero al cierre.

La cobertura de cierre propuesta para el Botadero de Roca Estéril Chontal Superior consiste de una capa de material orgánico o una capa compuesta de material orgánico y suelo, capaz de soportar vegetación local y que cuenta con baja permeabilidad para reducir la infiltración al interior del botadero (Figura 7). Este sistema de cobertura promoverá la escorrentía superficial, reducirá las filtraciones al interior del botadero y minimizará el potencial de erosión del suelo y el transporte de sedimentos a la Quebrada Chontal. A medida que el sistema de manejo de agua superficial se desarrolle, los bancos del botadero se construirán para drenar a los sistemas de desviación de agua superficial construidos alrededor del botadero durante la etapa de operación. Se anticipa que la escorrentía superficial de la cobertura pueda considerarse como agua sin contacto con calidad de agua adecuada para permitir descarga directa al medio ambiente pero estará sujeta a confirmación a través del programa de monitoreo de calidad de agua de la etapa de cierre. La infiltración será analizada como parte de los trabajos futuros de diseño para apoyar el diseño de los sistemas de manejo de agua de post-cierre del botadero.

Un manejo separado de filtraciones es necesario en la etapa de cierre. La calidad de agua será monitoreada en el estanque del Botadero de Roca Estéril, el cual contendrá filtraciones de los subdrenes del botadero y agua bombeada desde los tajos a cielo abierto. El agua recolectada en el estanque continuará siendo enviada a la planta de tratamiento adyacente antes de ser descargada a la Quebrada Chontal hasta que el monitoreo de calidad de agua indique que la calidad es aceptable para descarga directa al medio ambiente. Por consiguiente durante el cierre y post-cierre se requerirá monitoreo continuo de calidad de agua. El cese del tratamiento de agua será posible cuando la calidad de agua sea adecuada para descarga directa al medio ambiente. La planta de tratamiento de agua y el estanque del Botadero de Roca Estéril se conservarán hasta que los resultados del programa de monitoreo de calidad de agua indiquen que es aceptable descargar escorrentía directamente al medio ambiente.

Los canales permanentes de desviación de agua de tormenta, diseñados para capturar y transportar de forma adecuada la escorrentía generada por el evento de tormenta de 100-años y 24-horas, serán conservados en la etapa de cierre de la mina.

La estructura de control de sedimento en la Quebrada Chontal se mantendrá durante al menos un año luego del cierre final del Botadero de Roca Estéril Chontal Superior. Una vez que el monitoreo de calidad de agua indique que la carga de sedimento es aceptable, la estructura de control de sedimento será desmantelada creando una brecha en el terraplén.

5.3 Patio de Lixiviación Maricela

El Patio de Lixiviación Maricela será desarrollado en terrazas de aproximadamente 8 metros de altura, con bancos entre terrazas que den lugar a un talud general de 2.5H:1V, el cual proporcionará estabilidad de la pila

en las etapas de operación y de post-cierre. Adicionalmente limitará la necesidad de nivelación durante la reclamación, destinada a redefinir la pendiente entre y sobre los bancos para facilitar el drenaje de agua superficial. La Figura 8 presenta secciones transversales del Patio de Lixiviación Maricela al cierre.

Se anticipa que al final del apilamiento y lixiviado, la pila de lixiviación será enjuagada tres veces (tres volúmenes de poros) para remover metales preciosos residuales y cianuro de sodio. Se espera que el enjuague tome aproximadamente 2.3 años; esto permite contar con el tiempo necesario para drenar la última agua usada para el enjuague. Se anticipa que durante la lixiviación activa luego que el apilamiento de mineral haya cesado, y durante el enjuague, el agua que se acumule en los estanques necesitará de tratamiento y descarga a la Quebrada Maricela. El tratamiento y descarga de exceso de agua continuarán durante este periodo.

La cobertura de cierre propuesta consiste de una capa de material orgánico o una capa compuesta de material orgánico y suelo, capaz de soportar vegetación local y que cuenta con baja permeabilidad para reducir la infiltración al interior de la pila de lixiviación (Figura 8). La cobertura será instalada sobre la totalidad de la pila, incluyendo taludes, bancos y cresta. Este sistema de cobertura reducirá las filtraciones al interior de la pila de lixiviación y minimizará el potencial de erosión del suelo y el transporte de sedimentos a la Quebrada Maricela.

El sistema de manejo de agua superficial desarrollado en los bancos de la pila reclamados será conectado a los sistemas de manejo de agua superficial desarrollados durante la construcción del Patio de Lixiviación. Se anticipa que la mayoría de las estructuras existentes de manejo de agua se conserven, aunque algunas podrían ser modificadas para acomodar cambios en la geometría final de la pila. Se propone que el estanque de eventos y otros estanques de manejo de agua sean incorporados al sistema de manejo de agua de post-cierre para recolectar flujos residuales del Patio de Lixiviación.

Al final del proceso de enjuague y de la instalación de la cobertura de cierre, la escorrentía de agua superficial de la cobertura será considerada como agua sin contacto con calidad aceptable para su descarga directa al medio ambiente. Se llevarán a cabo pruebas durante la etapa de operación para determinar la calidad de agua del Patio de Lixiviación Maricela que será anticipada en el post-cierre.

Un manejo separado de filtraciones es necesario en la etapa de cierre. Monitoreo continuo de la calidad de agua del Patio de Lixiviación Maricela tendrá lugar durante el cierre El cese del tratamiento de agua será posible cuando la calidad de agua sea adecuada para descarga directa al medio ambiente. La planta de tratamiento de agua, el estanque de solución rica y el estanque de eventos se conservarán hasta que los resultados del programa de monitoreo de calidad de agua indiquen que es aceptable descargar escorrentía directamente al medio ambiente. En ese momento podrán ser desmantelados y reclamados creando brechas en los diques de contención de los estanques, removiendo los sistemas de revestimiento, nivelando los taludes laterales de los estanques y cubriendo con material orgánico para re-vegetación.

Los canales permanentes de desviación de agua de tormenta, diseñados para capturar y transportar de forma adecuada la escorrentía generada por el evento de tormenta de 100-años y 24-horas, serán conservados en la etapa de cierre de la mina.

La estructura de control de sedimento en la Quebrada Maricela y su tributario al este del Patio de Lixiviación se mantendrán durante al menos un año luego del cierre final del Patio de Lixiviación Maricela. Una vez que el

monitoreo de calidad de agua indique que la carga de sedimento es aceptable, las estructuras de control de sedimento serán desmanteladas creando una brecha en los terraplenes.

6.0 MONITOREO

Como parte del plan de monitoreo para el Proyecto, planes de manejo de roca estéril y monitoreo de calidad de agua fueron desarrollados para operaciones y cierre. Los planes propuestos son discutidos en detalle en las siguientes secciones.

6.1 Plan de Manejo de Roca Estéril

6.1.1 Distribución y Cantidad Anticipada de Roca Estéril

Esta sección provee un resumen de la distribución y cantidad anticipada del material de roca estéril, clasificada como de potencial generador de acidez (PAG por su sigla en inglés), de potencial incierto de generación de condiciones ácidas y sin potencial de generación de acidez (Non-PAG por su sigla en inglés), que será producido en el Proyecto. Las toneladas esperadas de mineral y material estéril se resumieron basadas en el tipo de alteración (Tabla 7). La clasificación de PAG contra Non-PAG está basada en la investigación de línea base de geoquímica (Golder 2014d). Un resumen de los resultados de línea base se presenta en la Sección 6.1.1.1. Basado en estos resultados, las toneladas esperadas de PAG y Non-PAG de roca estéril son discutidas en la Sección 6.1.1.2.

Tabla 7: Toneladas de Roca Estéril por Tipo de Alteración

Tipo de Alteración	La Pava	Quemita	Total
Sílice	4,092,005	1,594,667	5,686,672
Sílice-Arcilla	3,521,247	1,665,609	5,186,855
Arcilla	1,531,307	329,710	1,861,017
Roca Fresca	175,147	61,318	236,465
Total de Tajo	**9,319,705**	**3,651,304**	**12,971,009**

6.1.1.1 Clasificación Geoquímica de Roca Estéril

En el 2014 Golder realizó una caracterización geoquímica con muestras de núcleo de roca de ambos tajos a cielo abierto propuestos. Se incluyó un resumen de las investigaciones previas en el estudio del 2014. Los resultados del potencial de generación de acidez de la roca estéril para ambos tajos La Pava y Quemita están resumidos como sigue.

Los resultados de prueba estática de la roca estéril indican que el potencial de neutralización de la roca estéril es generalmente menor al potencial ácido, particularmente la alteración silícea-arcillosa en La Pava, y las alteraciones silícea y silícea-arcillosa muestreadas hasta la fecha. El elevado contenido de sulfato-sulfuro en las alteraciones silícea y silícea-arcillosa de Quemita (un promedio de 2.5wt% como S) sugiere que las unidades de roca en esta área no han sido sujetas al mismo grado de oxidación y desgastamiento como las unidades de roca en La Pava. La mayoría de las muestras de La Pava tenían bajos contenidos de sulfuro de azufre (<0.3% wt como S) consistente con las investigaciones previas.

Basado en el criterio de índice potencial de neutralización en MEND (2009), solamente 5% del total esperado de roca estéril de ambos tajos a cielo abierto está clasificado como incierto o sin potencial de generación de acidez. El restante 95% está clasificado como de potencial generador de ácido. Los resultados de generación neta de ácido (NAG por su sigla en inglés) difieren un poco con solo 53% de la roca estéril teniendo un pH de NAG menor que 4.5 y clasificado como PAG basado en el criterio MEND (2009). El restante 47% tiene un pH de NAG arriba de 4.5 y se clasifica como Non-PAG.

Por lo tanto se espera que la roca estéril de Quemita sea generadora de ácido mientras que la roca estéril de La Pava tiene un potencial incierto de generar condiciones de acidez.

6.1.1.2 Clasificación de Roca Estéril

Los resultados del programa de línea base de geoquímica fueron usados para determinar la cantidad de PAG contra Non-PAG de roca estéril en el Proyecto, basado en las toneladas de roca estéril calculadas en el modelo de bloque de alteración del Proyecto.

Porcentajes de roca estéril PAG, incierta y Non-PAG de cada tipo de alteración fueron calculados en base a los resultados del conteo ácido-base (ABA por su sigla en inglés) por Golder (2014d). El desglose de las toneladas de roca estéril en las designaciones PAG, incierta y Non-PAG se presentan en la Tabla 8. Basado en el modelo de bloque, aproximadamente 12.97 millones de toneladas (Mt) de roca estéril serán generados entre los dos tajos a cielo abierto incluyendo 9.32 Mt de La Pava y 3.65 Mt de Quemita. Basado en los resultados del ABA, aproximadamente 12.32 Mt de roca estéril está clasificado como PAG, 0.19 Mt está clasificado como incierto y 0.46 Mt está clasificado como Non-PAG. Una discusión más detallada de la clasificación de roca estéril para cada tajo abierto se provee a continuación.

Tajo La Pava

La mayoría de la roca estéril será producida del tajo a cielo abierto La Pava (aproximadamente 9.32 Mt). Basado en la geoquímica, aproximadamente 95.5% de la roca estéril de La Pava es clasificada como PAG mientras que la roca estéril restante se clasifica como incierta (2%) y Non-PAG (2.5%). El desglose de las toneladas clasificadas como PAG, inciertas y Non-PAG por cada tipo de alteración se muestra en Tabla 8 y se resume como sigue:

- Alteración Sílice – 3.98 Mt PAG y 0.11 Mt incierta;
- Alteración Sílice-Arcilla – 3.52 Mt PAG;
- Alteración Arcilla – 1.31 Mt PAG, 0.07 Mt incierta y 0.15 Mt Non-PAG; y
- Roca Fresca – 0.09 Mt PAG y 0.09 Mt Non-PAG.

Tajo Quemita

Basado en los resultados de geoquímica, aproximadamente 93.9% de la roca estéril de Quemita es clasificada como PAG mientras que la roca estéril restante se clasifica como Non-PAG (6.1%). El desglose de las toneladas clasificadas como PAG y Non-PAG por cada tipo de alteración se muestra en la Tabla 8 y se resume como sigue:

- Alteración Sílice – 1.53 Mt PAG y 0.068 Mt incierta;

- Alteración Sílice-Arcilla – 1.59 Mt PAG y 0.072 Mt Non-PAG;
- Alteración Arcilla – 0.26 Mt PAG y 0.066 Mt Non-PAG; y
- Roca Fresca – 0.004 Mt PAG y 0.018 Mt Non-PAG.

Un plan de monitoreo para la roca estéril, el mineral y pila de lixiviación será implementado durante las operaciones para avanzar el desarrollo del entendimiento de las características geoquímicas de la roca estéril. Detalles del programa de monitoreo se discuten en las secciones subsecuentes.

Tabla 8: Clasificación de Roca Estéril Basada en el Criterio de Potencial de Generación de Acidez

Alteración	PAG	Incierta	Non-PAG
La Pava			
Sílice	3,978,338	113,667	-
Sílice-Arcilla	3,521,247	-	-
Arcilla	1,312,549	72,919	145,839
Roca Fresca	87,573	-	87,573
Total	*8,899,707*	*186,586*	*233,412*
Quemita			
Sílice	1,526,809	-	67,858
Sílice-Arcilla	1,593,191	-	72,418
Arcilla	263,768	-	65,942
Roca Fresca	43,799	-	17,519
Total	*3,427,567*	-	*223,737*

6.1.2 Programa de Monitoreo de Roca Estéril, Mineral y Pila de Lixiviación en Operaciones

El objetivo del plan de monitoreo de la roca estéril es continuar con el desarrollo del entendimiento geoquímico de la roca estéril, el mineral y el mineral lixiviado de la pila de lixiviación. Muestras suplementarias serán recolectadas anualmente para la caracterización geoquímica de acuerdo con las recomendaciones de la Tabla 9. Las muestras serán analizadas utilizando métodos de ensayo apropiados para evaluar el potencial de generación de acidez y de lixiviación de metales, para confirmar que las muestras caen dentro del rango identificado, probado y descrito en los programas de caracterizaciones previos (Golder 2014d).

Tabla 9: Resumen del Programa de Muestreo y Análisis para la Caracterización de Roca

Alteración	Análisis			
	Clasificación Visual[(a)]	Conteo Ácido-Base (ABA)	Generación Neta de Ácido (NAG)	Pruebas de Lixiviación de Corto Plazo
Quemita				
Sílice	Todas	5	5	5
Sílice-Arcilla		2-3	2-3	2-3

Alteración	Análisis			
	Clasificación Visual[(a)]	Conteo Ácido-Base (ABA)	Generación Neta de Ácido (NAG)	Pruebas de Lixiviación de Corto Plazo
Arcilla		2-3	2-3	2-3
Roca Fresca		2-3	2-3	2-3
La Pava				
Sílice	Todas	10	10	10
Sílice-Arcilla		3-5	3-5	3-5
Arcilla		2-3	2-3	2-3
Roca Fresca		2-3	2-3	2-3
Mineral	Todas	5	5	5
Mineral de Pila de Lixiviación	Todas	5	5	5

[(a)] La clasificación visual se refiere a la clasificación de muestras individuales a través de la observación de tipo-sulfuro/exposición, tipo-álcali/exposición y tamaño de grano.

Los resultados del análisis de la caracterización de muestras geoquímicas suplementarias serán comparados con la geoquímica de línea base recolectada a la fecha para desarrollar el entendimiento geoquímico de la roca estéril.

6.2 Monitoreo de Calidad de Agua

Los objetivos específicos del programa de monitoreo de la calidad de agua para las etapas de operación y cierre incluyen lo siguiente:

- Asegurar que las descargas sean químicamente estables y no poner en peligro la seguridad y salud del público o causar efectos ambientales negativos; y
- Verificar la efectividad de las medidas del tratamiento de agua implementadas.

Se entiende que los requerimientos de monitoreo específicos de la descarga de efluente serán establecidos durante el EsIA y proceso de obtención de permisos. Los requerimientos generales de estabilidad química en lo que respecta al plan de manejo de agua para operaciones y cierre permanente se describen abajo. La Figura 2 provee las ubicaciones de las ubicaciones de monitoreo propuestas de la superficie de post-cierre (SW), agua subterránea (GW), descarga (PD) y manantiales (M). La Tabla 10 delinea los requerimientos del monitoreo propuesto para las operaciones y cierre.

Tabla 10: Monitoreo de Calidad de Agua

Ubicaciones de Muestreo	Tarea de Monitoreo y Frecuencia [a]	
	Trimestral	Dos Veces Anualmente
AGUA SUPERFICIAL		
Operaciones		
SW 1, SW 3, SW 4, SW 6, SW 9 – SW 13	X	
PD1 – PD5	X	
Años 1 a 5 después de Cierre		
SW 1, SW 3, SW 4, SW 6, SW 9 – SW 13	X	
PD1 – PD5	X	
AGUA SUBTERRÁNEA		
Operaciones		
MW14-01 – MW14-03, MW14-06 – MW14-08		X
Años 1 a 5 después de Cierre		
MW14-01 – MW14-03, MW14-06 – MW14-08		X
MANANTIALES		
Operaciones		
M1, M6, M7, M9, M11, M12, M15, M16, M18, M26, M27, M36, M37, M42, M45, M55	X	
Años 1 a 5 después de Cierre		
M1, M6, M7, M9, M11, M12, M15, M16, M18, M26, M27, M36, M37, M42, M45, M55	X	

[a] Este programa es preliminar.

Como mínimo, la calidad de agua será monitoreada trimestralmente de acuerdo con los parámetros listados en el Decreto Ejecutivo No. 75 del 4 de Junio del 2008 – Guías de calidad de agua de Panamá para los cuerpos de agua Clase 1-C. Las concentraciones medidas serán comparadas con las concentraciones límite establecidas durante operaciones. Los parámetros analizados incluirán como mínimo los siguientes: pH, conductividad, solidos suspendidos totales (TSS), solidos disueltos totales (TDS), alcalinidad, acidez, rigidez, cianuro, amonio, nitrato, nitrito, sulfato, aluminio, arsénico, calcio, cadmio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, mercurio, molibdeno, selenio, níquel y zinc.

La frecuencia de muestreo durante operaciones propuesta se presenta en la Tabla 10 para la vida de la mina. El monitoreo de cierre es propuesto para un mínimo de cinco años. Después de los cinco años de monitoreo, el programa de monitoreo será evaluado, y si la calidad de agua está en orden, se preparará una aplicación para reducir la frecuencia de muestreo y/ó parámetros de monitoreo.

El monitoreo de flujo será requerido para poder apoyar los objetivos del monitoreo de la calidad de agua. Se utilizarán flujómetros para monitorear la descarga de efluente tratado de las plantas de tratamiento de agua y

flujos bombeados para el desagüe de los tajos a cielo abierto. Se instalarán estaciones permanentes de monitoreo de flujo en la Quebrada Chontal, aguas abajo del estanque del Botadero de Roca Estéril, y en la Quebrada Maricela, aguas abajo del estanque de eventos. Estas estaciones consistirán de un vertedero de cresta delgada para monitoreo de flujo, una regla de medición de nivel de agua y equipo para registro continuo de nivel de agua.

Adicionalmente, el monitoreo de flujo en los cursos de agua tendrá lugar en estaciones ubicadas aguas arriba y aguas abajo del sitio del Proyecto. Como mínimo se propone hacerlo en las estaciones SW1 – Río Quema, SW9 – Quebrada Maricela, SW11 – Río Quema, SW12 – Río Quema (Figura 2). En estas ubicaciones se establecerán estaciones de registro continuo de flujo y serán aforadas manualmente con frecuencia trimestral utilizando un correntómetro de propulsor para apoyar el desarrollo de relaciones nivel de agua-caudal confiables es esos puntos.

6.2.1 Operaciones

6.2.1.1 Agua Superficial

La calidad de las filtraciones y el agua de escorrentía del botadero de roca estéril y el patio de lixiviación, y del agua superficial aguas arriba y aguas abajo, será monitoreada trimestralmente durante operaciones. Los resultados de calidad de agua serán comparados con el monitoreo de línea base para identificar cualquier cambio potencial y evaluar la efectividad de las medidas de cierre.

El programa de monitoreo de la calidad de agua superficial constará de las siguientes ubicaciones de muestreo (Figura 2):

- Estaciones de agua superficial, y
- Puntos de descarga.

Se preparará un informe anual de resumen del programa de monitoreo de agua superficial para apoyar el reporte de la evaluación de desempeño.

6.2.1.2 Agua Subterránea

Un programa de monitoreo de calidad de agua subterránea de un año será iniciado aguas arriba y aguas abajo del Proyecto Cerro Quema, acompañado con áreas adicionales seleccionadas dentro del sitio del Proyecto, como se muestra en Figura 2. El monitoreo de agua subterránea incluirá muestreo dos veces al año. Los resultados del programa de monitoreo de calidad de agua subterránea serán revisados anualmente para monitorear las condiciones del agua subterránea.

Se preparará un informe anual de resumen del programa de monitoreo de agua subterránea para apoyar el reporte de la evaluación de desempeño.

6.2.1.3 Manantiales

Se han identificado manantiales naturales en el área de Proyecto con niveles de pH ácidos y concentraciones elevadas de ciertos metales traza sugiriendo impacto de la oxidación de minerales sulfurados asociados con la mineralización regional. La excavación asociada con los tajos a cielo abierto reducirá la zona de infiltración que se sobrepone a los minerales sulfurados y puede así acelerar el ritmo de oxidación de la roca angular de sulfuro

subyacente. La calidad de agua de manantiales seleccionados (Figura 2) será monitoreada durante operaciones y si se observa degradación en la calidad de agua, entonces será recolectada y tratada.

6.2.2 Cierre

6.2.2.1 Agua Superficial

La calidad de las filtraciones y el agua de escorrentía del botadero de roca estéril y el patio de lixiviación, y del agua superficial aguas abajo, será monitoreada trimestralmente durante el cierre. Los resultados de calidad de agua serán comparados con el monitoreo de operaciones para identificar cualquier cambio potencial y evaluar la efectividad de las medidas de cierre. Las estaciones de agua superficial y los puntos de descarga serán consistentes con las ubicaciones monitoreadas durante operaciones.

Se preparará un informe anual de resumen del programa de monitoreo de agua superficial para apoyar el reporte de la evaluación de desempeño.

6.2.2.2 Agua Subterránea

Se iniciará un programa de monitoreo de calidad de agua subterránea al cierre, aguas arriba y aguas abajo del Proyecto Cerro Quema, consistente con las ubicaciones monitoreadas durante operaciones. El monitoreo de agua subterránea incluirá muestreo dos veces al año. Los resultados del programa de monitoreo de calidad de agua subterránea de cierre serán revisados anualmente para determinar si las condiciones de agua subterránea son estables y si la frecuencia de monitoreo deberá ser disminuida o descontinuada.

Se preparará un informe anual de resumen del programa de monitoreo de agua subterránea para apoyar el reporte de la evaluación de desempeño.

6.2.2.3 Manantiales

Se continuará el monitoreo de la calidad de agua de manantiales seleccionados durante el cierre en las ubicaciones de muestreo propuestas para operaciones. Si se observa degradación de la calidad de agua, entonces ésta será recolectada y tratada.

6.3 Investigaciones Adicionales

El Proyecto se encuentra dentro de la etapa de Pre-Factibilidad y por lo tanto, investigaciones adicionales serán requeridas a medida que el Proyecto progrese para refinar el plan de cierre. Se llevará a cabo un diseño detallado de las potenciales cubiertas de cierre para el botadero de roca estéril para poder determinar el mejor diseño que limite la infiltración al interior del botadero.

Se deberá llevar a cabo modelación de calidad de agua de la escorrentía y las filtraciones del Proyecto asociadas con instalaciones de la mina para evaluar los cambios potenciales en calidad de agua, tanto de escorrentía del sitio como de filtraciones, y también cuerpos de agua receptores, durante operaciones y cierre. Los resultados de las predicciones de calidad de agua servirán para apoyar el diseño detallado de ingeniería de las instalaciones de manejo de roca estéril y pila de lixiviación, así como el plan de manejo de agua.

7.0 REFERENCIAS

Dyer, 2013. *Cerro Quema Mine, Hydrologic Study*. Preparado para Minera Cerro Quema, S.A. por Dyer Engineering Consultants Inc. Fechado abril de 2013.

Freeze, R.A., and Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 604 p.

Golder, 2014a. *Pre-feasibility Study, Heap Leach and Waste Rock Dump Facilities, Cerro Quema Mine, Los Santos Province, Panama*. Informe de Diseño 1300709 preparado para Pershimco Resources Inc. por Golder Associates Inc. Fechado junio de 2014, Revisión 0.

Golder, 2014b. *Pre-feasibility Study, Heap Leach and Waste Rock Dump Facilities, Cerro Quema Mine, Los Santos Province, Panama*. Planos de Diseño preparados para Pershimco Resources Inc. por Golder Associates Inc. Fechado junio 11 de 2014, Revisión 0.

Golder, 2014c. *Hydrogeology Baseline Study, Cerro Quema Project, Panama*. Informe GAL-003-R-V4 1400908 preparado para Pershimco Resources Inc. por Golder Associates Ltd. Fechado octubre de 2014.

Golder, 2014d. *Cerro Quema Baseline Study – Interim Waste Rock and Ore Geochemistry Report*. Informe CQ04-GAL-R-002-V3.2 1400908 preparado para Pershimco Resources Inc. por Golder Associates Ltd. Fechado diciembre de 2014.

KP, 1996. *Environmental Viability Report, Cerro Quema Project*. Preparado para Minera Cerro Quema, S.A. por Knight Piésold LLC. Fechado noviembre 4 de 1996.

MEND, 2009. *Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials*. MEND Report 1.20.1. Mining Environment Neutral Drainage Program, Natural Resources Canada. Diciembre de 2009.

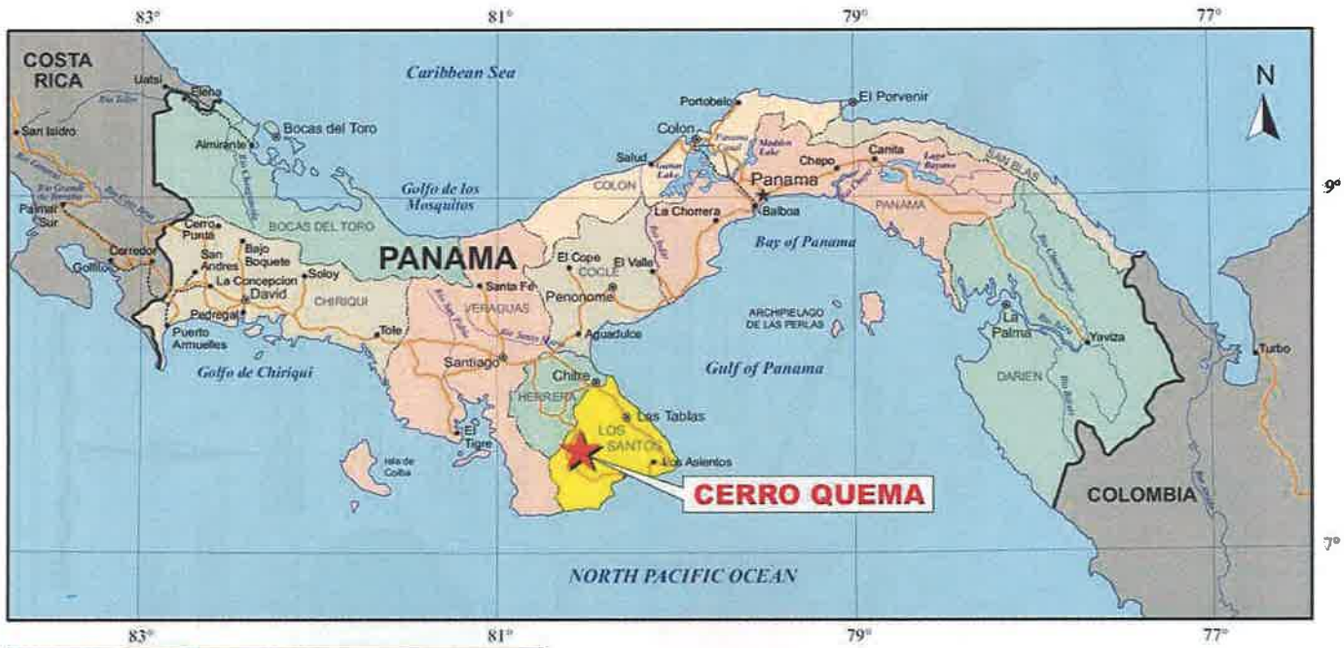
P&I, Golder, KCA 2014. *Cerro Quema Project – Pre-feasibility Study on the La Pava and Quemita Oxide Gold Deposits*. Informe Técnico NI 43-101 preparado para Pershimco Resources Inc. por P&I Mining Consultants Inc., Golder Associates Inc. y Kappes, Cassiday and Associates. Fechado agosto 15 de 2014.

ESTE REPORTE ES UNA TRADUCCIÓN DEL REPORTE ORIGINAL EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE EL REPORTE ORIGINAL EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, EL REPORTE EN INGLÉS ES EL QUE PREVALECERÁ.

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation.

FIGURAS

~~1238~~
1239





0 25 50 75 Kilometers
0 25 50 75 Miles

Legend:

- International Boundary
- Province Boundary
- National Capital
- Provincial Capital
- Major Cities
- Road
- Railroad

San Blas is a territory (comarca).

January 2011

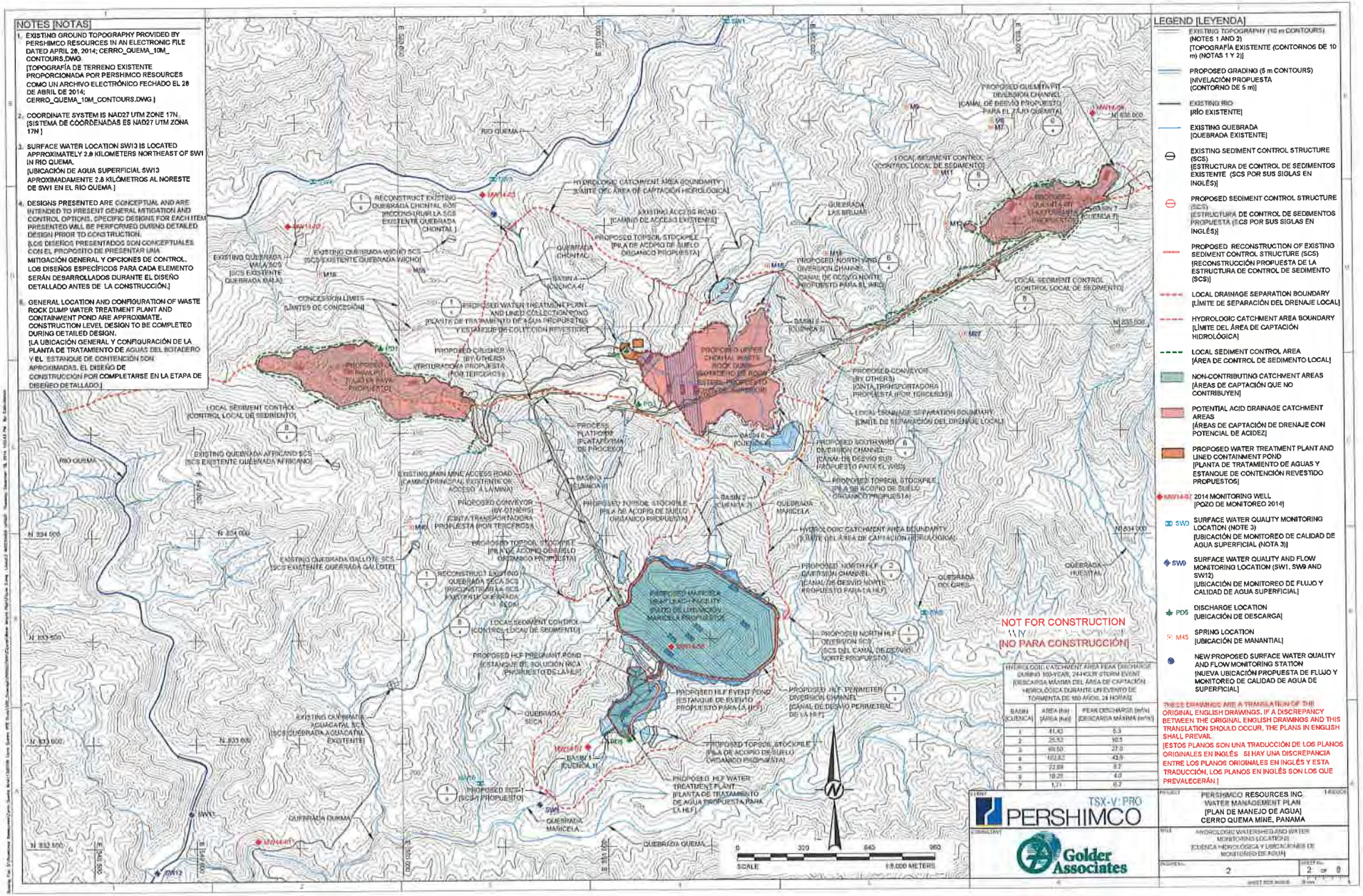
NOT FOR CONSTRUCTION

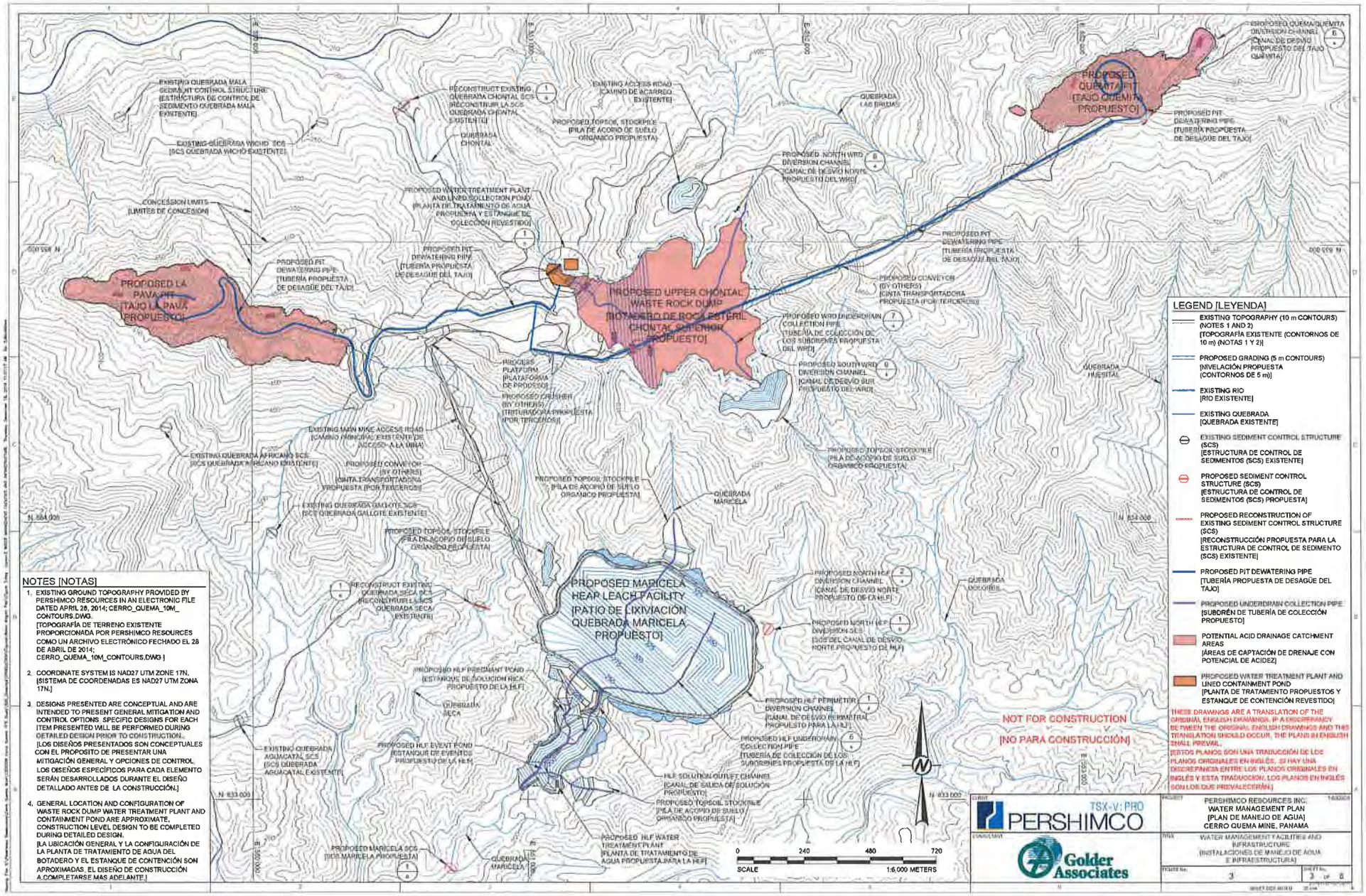
[NO PARA CONSTRUCCIÓN]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL. [ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

CLIENT: TSX-V: PRO PERSHIMCO	PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. WATER MANAGEMENT PLAN [PLAN DE MANEJO DE AGUA] CERRO QUEMA MINE, PANAMA	1400908
CONSULTANT: Golder Associates	TITLE: VICINITY LOCATION MAP [MAPA DE UBICACIÓN DE LAS PROXIMIDADES]	
	FIGURE No. 1	SHEET No. 1 OF 8

Drawing File: S:\Pershimco Resources\Cerro Quema PFS Study\500_Drawings\PRODUCTION\Figures\Water Mngmt Plan\Figure 1 FIGURE 1 Wednesday, December 17, 2014 12:24:05 Abdolreza


NOTES [NOTAS]
1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED APRIL 28, 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG
[TOPOGRAFÍA DE TERRENO EXISTENTE PROPORCIONADA POR PERSHIMCO RESOURCES COMO UN ARCHIVO ELECTRÓNICO FECHADO EL 28 DE ABRIL DE 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG]
2. COORDINATE SYSTEM IS NAD27 UTM ZONE 17N.
[SISTEMA DE COORDENADAS ES NAD27 UTM ZONA 17N]
3. SURFACE WATER LOCATION SW13 IS LOCATED APPROXIMATELY 2.8 KILOMETERS NORTHEAST OF SW1 IN RIO QUEMA.
[UBICACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL SW13 APROXIMADAMENTE 2.8 KILÓMETROS AL NORESTE DE SW1 EN EL RIO QUEMA]
4. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION.
[LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
5. GENERAL LOCATION AND CONFIGURATION OF WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT PLANT AND CONTAINMENT POND ARE APPROXIMATE. CONSTRUCTION LEVEL DESIGN TO BE COMPLETED DURING DETAILED DESIGN.
[LA UBICACIÓN GENERAL Y CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DEL BOTADERO Y EL ESTANQUE DE CONTENCIÓN SON APROXIMADAS. EL DISEÑO DE CONSTRUCCION POR COMPLETARSE EN LA ETAPA DE DISEÑO DETALLADO.]
LEGEND [LEYENDA]
EXISTING TOPOGRAPHY (10 m CONTOURS) (NOTES 1 AND 2) [TOPOGRAFÍA EXISTENTE (CONTORNOS DE 10 m) (NOTAS 1 Y 2)]
PROPOSED GRADING (5 m CONTOURS) [NIVELACIÓN PROPUESTA (CONTORNO DE 5 m)]
EXISTING RIO [RÍO EXISTENTE]
EXISTING QUEBRADA [QUEBRADA EXISTENTE]
EXISTING SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS EXISTENTE (SCS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)]
PROPOSED SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS PROPUESTA (SCS POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)]
PROPOSED RECONSTRUCTION OF EXISTING SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [RECONSTRUCCIÓN PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO (SCS)]
LOCAL DRAINAGE SEPARATION BOUNDARY [LÍMITE DE SEPARACIÓN DEL DRENAJE LOCAL]
HYDROLOGIC CATCHMENT AREA BOUNDARY [LIMITE DEL ÁREA DE CAPTACIÓN HIDROLÓGICA]
LOCAL SEDIMENT CONTROL AREA [ÁREA DE CONTROL DE SEDIMENTO LOCAL]
NON-CONTRIBUTING CATCHMENT AREAS [ÁREAS DE CAPTACIÓN QUE NO CONTRIBUYEN]
POTENTIAL ACID DRAINAGE CATCHMENT AREAS [ÁREAS DE CAPTACIÓN DE DRENAJE CON POTENCIAL DE ACIDEZ]
PROPOSED WATER TREATMENT PLANT AND LINED CONTAINMENT POND [PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS Y ESTANQUE DE CONTENCIÓN REVESTIDO PROPUESTOS]
MW14-07 2014 MONITORING WELL [POZO DE MONITOREO 2014]
SW3 SURFACE WATER QUALITY MONITORING LOCATION (NOTE 3) [UBICACIÓN DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL (NOTA 3)]
SW9 SURFACE WATER QUALITY AND FLOW MONITORING LOCATION (SW1, SW9 AND SW12) [UBICACIÓN DE MONITOREO DE FLUJO Y CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL]
PD5 DISCHARGE LOCATION [UBICACIÓN DE DESCARGA]
M45 SPRING LOCATION [UBICACIÓN DE MANANTIAL]
NEW PROPOSED SURFACE WATER QUALITY AND FLOW MONITORING STATION [NUEVA UBICACIÓN PROPUESTA DE FLUJO Y MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DE SUPERFICIAL]
RIO QUEMA
QUEBRADA CHONTAL
QUEBRADA LAS BRUJAS
QUEBRADA MARICELA
QUEBRADA SECA
QUEBRADA DURMA
QUEBRADA (HUESTAL)
EXISTING QUEBRADA WICHO SCS [SCS EXISTENTE QUEBRADA WICHO]
EXISTING QUEBRADA MALA SCS [SCS EXISTENTE QUEBRADA MALA]
EXISTING QUEBRADA AFRICANO SCS [SCS EXISTENTE QUEBRADA AFRICANO]
EXISTING QUEBRADA GALLOTE SCS [SCS EXISTENTE QUEBRADA GALLOTE]
EXISTING QUEBRADA AGUACATAL SCS [SCS QUEBRADA AGUACATAL EXISTENTE]
RECONSTRUCT EXISTING QUEBRADA CHONTAL SCS [RECONSTRUIR LA SCS EXISTENTE QUEBRADA CHONTAL]
RECONSTRUCT EXISTING QUEBRADA SECA SCS [RECONSTRUIR LA SCS EXISTENTE QUEBRADA SECA]
PROPOSED SCS-1 [SCS-1 PROPUESTO]
HYDROLOGIC CATCHMENT AREA BOUNDARY [LIMITE DEL ÁREA DE CAPTACIÓN HIDROLÓGICA]
EXISTING ACCESS ROAD [CAMINO DE ACCESO EXISTENTE]
PROPOSED TOPSOIL STOCKPILE [PILA DE ACOPIO DE SUELO ORGANICO PROPUESTA]
CONCESSION LIMITS [LIMITES DE CONCESIÓN]
PROPOSED WATER TREATMENT PLANT AND LINED COLLECTION POND [PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROPUESTAS Y ESTANQUE DE COLECCION REVESTIDO]
PROPOSED CRUSHER (BY OTHERS) [TRITURADORA PROPUESTA (POR TERCEROS)]
PROPOSED WASTE ROCK DUMP [BOTADERO DE ROCA ESTERIL PROPUESTO]
PROPOSED UPPER CHONTAL WASTE ROCK DUMP [BOTADERO DE ROCA ESTERIL SUPERIOR PROPUESTO]
PROPOSED CONVEYOR (BY OTHERS) [CINTA TRANSPORTADORA PROPUESTA (POR TERCEROS)]
PROCESS PLATFORM (PLATAFORMA DE PROCESO)
EXISTING MAIN MINE ACCESS ROAD (CAMINO PRINCIPAL EXISTENTE DE ACCESO A LA MINA)
PROPOSED MARICELA HEAP LEACH FACILITY (PATIO DE LIXIVIACIÓN MARICELA PROPUESTO)
PROPOSED HLF PREGNANT POND (ESTANQUE DE SOLUCIÓN RICA PROPUESTO DE LA HLF)
PROPOSED HLF EVENT POND (ESTANQUE DE EVENTO PROPUESTO PARA LA HLF)
PROPOSED HLF WATER TREATMENT PLANT (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROPUESTA PARA LA HLF)
PROPOSED QUEMA FILL DIVERSION CHANNEL (CANAL DE DESVIO PROPUESTO PARA EL FLUJO QUEMITA)
LOCAL SEDIMENT CONTROL (CONTROL LOCAL DE SEDIMENTO)
PROPOSED NORTH WING DIVERSION CHANNEL (CANAL DE DESVIO NORTE PROPUESTO PARA EL WRD)
PROPOSED SOUTH WING DIVERSION CHANNEL (CANAL DE DESVIO SUR PROPUESTO PARA EL WRD)
PROPOSED NORTH HLF DIVERSION CHANNEL (CANAL DE DESVIO NORTE PROPUESTO PARA LA HLF)
PROPOSED NORTH HLF DIVERSION SCS (SCS DEL CANAL DE DESVIO NORTE PROPUESTO)
PROPOSED HLF PERIMETER DIVERSION CHANNEL (CANAL DE DESVIO PERIMETRAL DE LA HLF)
BASIN 1 (CUENCA 1)
BASIN 2 (CUENCA 2)
BASIN 3 (CUENCA 3)
BASIN 4 (CUENCA 4)
BASIN 5 (CUENCA 5)
BASIN 6 (CUENCA 6)
BASIN 7 (CUENCA 7)
BASIN M (CUENCA M)
NOT FOR CONSTRUCTION
[NO PARA CONSTRUCCIÓN]
HYDROLOGIC CATCHMENT AREA PEAK DISCHARGE DURING 100-YEAR, 24-HOUR STORM EVENT [DESCARGA MÁXIMA DEL ÁREA DE CAPTACIÓN HIDROLÓGICA DURANTE UN EVENTO DE TORMENTA DE 100 AÑOS, 24 HORAS]
BASIN (CUENCA) | AREA (ha) (ÁREA (ha)) | PEAK DISCHARGE (m³/s) (DESCARGA MÁXIMA (m³/s))
1 | 41.40 | 5.3
2 | 20.53 | 10.5
3 | 69.50 | 27.0
4 | 102.82 | 43.9
5 | 22.88 | 8.7
6 | 10.29 | 4.0
7 | 1.71 | 0.7
THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL.
[ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]
CLIENT
TSX-V: PRO
PERSHIMCO
CONSULTANT
Golder Associates
PROJECT
PERSHIMCO RESOURCES INC.
WATER MANAGEMENT PLAN
[PLAN DE MANEJO DE AGUA]
CERRO QUEMA MINE, PANAMA
TITLE
HYDROLOGIC WATERSHED AND WATER MONITORING LOCATIONS
[CUENCA HIDROLÓGICA Y UBICACIONES DE MONITOREO DE AGUA]
PROJECT No.
1402008
DRAWING No.
2
SHEET No.
2 OF 8
0 320 640 960
SCALE
1:8,000 METERS
N



NOTES [NOTAS]

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED APRIL 28, 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG.
   [TOPOGRAFÍA DE TERRENO EXISTENTE PROPORCIONADA POR PERSHIMCO RESOURCES COMO UN ARCHIVO ELECTRÓNICO FECHADO EL 28 DE ABRIL DE 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG.]
2. COORDINATE SYSTEM IS NAD27 UTM ZONE 17N. [SISTEMA DE COORDENADAS ES NAD27 UTM ZONA 17N.]
3. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION.. [LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
4. GENERAL LOCATION AND CONFIGURATION OF WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT PLANT AND CONTAINMENT POND ARE APPROXIMATE. CONSTRUCTION LEVEL DESIGN TO BE COMPLETED DURING DETAILED DESIGN. [LA UBICACIÓN GENERAL Y LA CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL BOTADERO Y EL ESTANQUE DE CONTENCIÓN SON APROXIMADAS. EL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN A COMPLETARSE MAS ADELANTE.]

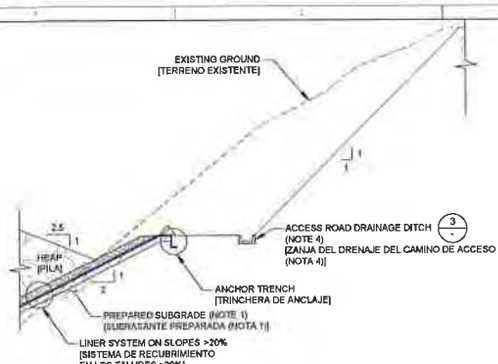
LEGEND [LEYENDA]

- EXISTING TOPOGRAPHY (10 m CONTOURS) (NOTES 1 AND 2) [TOPOGRAFÍA EXISTENTE (CONTORNOS DE 10 m) (NOTAS 1 Y 2)]
- PROPOSED GRADING (5 m CONTOURS) [NIVELACIÓN PROPUESTA (CONTORNOS DE 5 m)]
- EXISTING RIO [RIO EXISTENTE]
- EXISTING QUEBRADA [QUEBRADA EXISTENTE]
- EXISTING SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS (SCS) EXISTENTE]
- PROPOSED SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS (SCS) PROPUESTA]
- PROPOSED RECONSTRUCTION OF EXISTING SEDIMENT CONTROL STRUCTURE (SCS) [RECONSTRUCCIÓN PROPUESTA PARA LA ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO (SCS) EXISTENTE]
- PROPOSED PIT DEWATERING PIPE [TUBERÍA PROPUESTA DE DESAGÜE DEL TAJO]
- PROPOSED UNDERDRAIN COLLECTION PIPE [SUBDRÉN DE TUBERÍA DE COLECCIÓN PROPUESTO]
- POTENTIAL ACID DRAINAGE CATCHMENT AREAS [ÁREAS DE CAPTACIÓN DE DRENAJE CON POTENCIAL DE ACIDEZ]
- PROPOSED WATER TREATMENT PLANT AND LINED CONTAINMENT POND [PLANTA DE TRATAMIENTO PROPUESTOS Y ESTANQUE DE CONTENCIÓN REVESTIDO]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL.
[ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

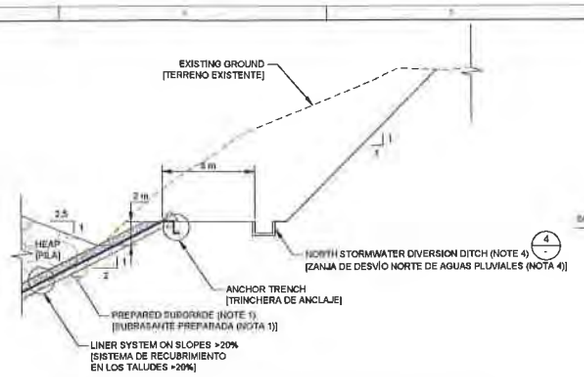
CLIENT: PERSHIMCO (TSX-V: PRO)
CONSULTANT: Golder Associates
PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. WATER MANAGEMENT PLAN [PLAN DE MANEJO DE AGUA] CERRO QUEMA MINE, PANAMA
TITLE: WATER MANAGEMENT FACILITIES AND INFRASTRUCTURE [INSTALACIONES DE MANEJO DE AGUA E INFRAESTRUCTURA]
PROJECT No. 3
SHEET No. 3 OF 8

0937
12/10



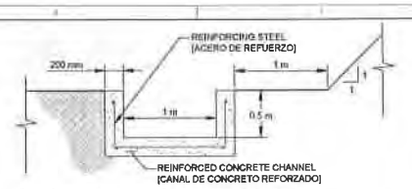
HLF PHASE SEPARATION BOUNDARY AND PERIMETER ACCESS ROAD IN CUT AREAS
[LIMITE DE LA SEPARACIÓN DE LA HLF Y CAMINO DE ACCESO PERIMETRAL EN ÁREAS CORTAS]

SCALE A 1



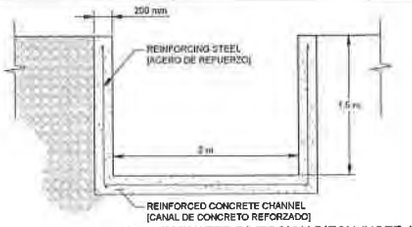
HLF PERIMETER NORTH ACCESS ROAD WITH DIVERSION DITCH
[CAMINO DE ACCESO CON CANAL DE DESVÍO PERIMETRAL DE LA HLF]

SCALE A 2



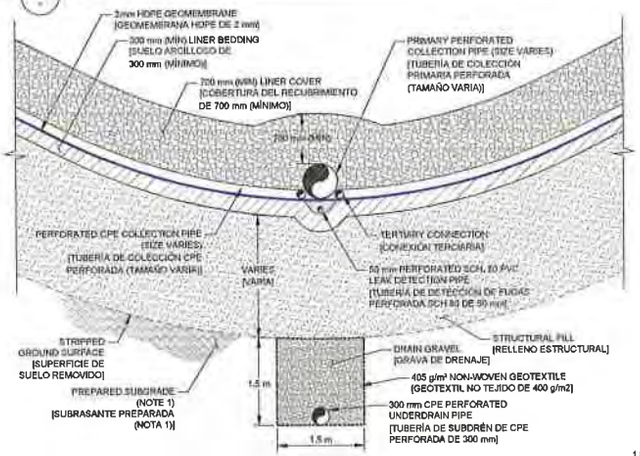
HLF ACCESS ROAD DRAINAGE DITCH (NOTE 4)
[ZANJA DEL DRENAJE DEL CAMINO DE ACCESO DE LA HLF (NOTA 4)]

SCALE C 3



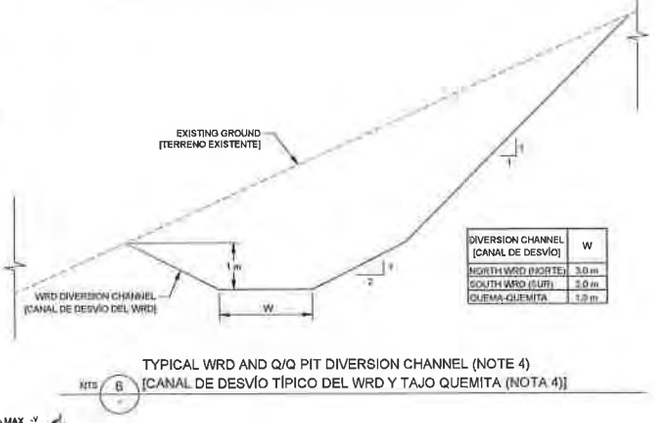
HLF NORTH STORMWATER DIVERSION DITCH (NOTE 4)
[ZANJA DE DESVÍO NORTE PARA AGUAS PLUVIALES DE LA HLF (NOTA 4)]

SCALE C 4



HLF UNDERDRAIN DETAIL
[DETALLE DEL SUBDRÉN DE LA HLF]

SCALE B 5



DIVERSION CHANNEL [CANAL DE DESVÍO]	W
NORTH WRD (NORTE)	3.0 m
SOUTH WRD (SUR)	2.0 m
QUEMA-QUEMITA	1.0 m

TYPICAL WRD AND Q/Q PIT DIVERSION CHANNEL (NOTE 4)
[CANAL DE DESVÍO TÍPICO DEL WRD Y TAJO QUEMITA (NOTA 4)]

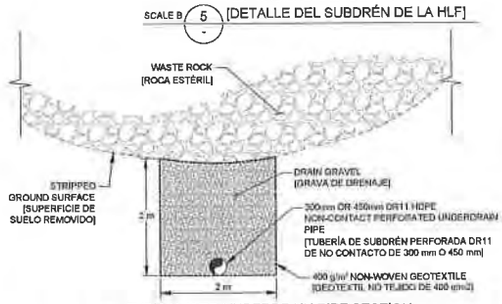
NTS 6

NOTES

1. WHERE BEDROCK IS EXPOSED IN THE BASE OF THE EXCAVATIONS OR IN THE SUBGRADE, ROCK PROJECTIONS SHALL NOT EXTEND MORE THAN 5cm INTO LINER BEDDING LAYER. IF MORE THAN 5 cm, CAP WITH LINER BEDDING FILL PRIOR TO PLACEMENT OF 300 mm LINER BEDDING LAYER
[DONDE EL LECHO DE ROCA ESTÉ EXPUESTO EN LA BASE DE LAS EXCAVACIONES O EN LA SUBRASANTE, LAS PROYECCIONES DE ROCA NO SE DEBEN EXTENDER MÁS ALLÁ DE 5 cm EN SUELO ARCILLOSO. SI MAYOR A 5 cm, CUBRIR CON RELLENO DE SUELO ARCILLOSO ANTES DE LA COLOCACIÓN DE LA CAPA DE 300 mm DE SUELO ARCILLOSO]
2. CLOSURE COVER TO BE DESIGNED TO LIMITS STORMWATER INFILTRATION INTO RECLAIMED DUMP AND WILL INCLUDE TOPSOIL COVER
[LA COBERTURA DE CIERRE SERÁ DISEÑADA PARA LIMITAR LA INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES AL BOTADERO RECLAMADO E INCLUIRÁ COBERTURA CON CAPA DE SUELO ORGANICO.]
3. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION
[LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
4. HLF AND WRD DIVERSION CHANNELS, AND TYPICAL LOCAL SEDIMENT CONTROL FACILITIES ARE CONCEPTUALLY PRESENTED. ALTERNATIVE CONFIGURATIONS AND DESIGN CONCEPTS WILL BE EVALUATED DURING DETAILED DESIGN
[LOS CANALES DE DESVÍO DE LA HLF Y EL WRD, E INSTALACIONES LOCALES DE CONTROL DE SEDIMENTOS SON TÍPICOS Y SON PRESENTADOS CONCEPTUALMENTE. CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS Y CONCEPTOS DE DISEÑO SERÁN EVALUADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO.]

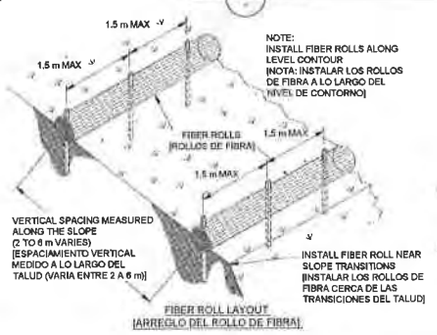
NOT FOR CONSTRUCTION

[NO PARA CONSTRUCCIÓN]



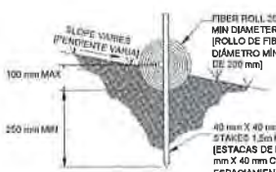
TYPICAL WRD UNDERDRAIN PIPE SECTION
[SECCIÓN DE TUBERÍA DE SUBDRÉN TÍPICA DEL WRD]

SCALE B 7



NOTE:
INSTALL FIBER ROLLS ALONG
LEVEL CONTOUR
[NOTA: INSTALAR LOS ROLLOS
DE FIBRA A LO LARGO DEL
NIVEL DE CONTORNO]

FIBER ROLL LAYOUT
[ARREGLO DEL ROLLO DE FIBRA]



FIBER ROLL CROSS SECTION
[SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ROLLO DE FIBRA]

TYPICAL FIBER ROLL LOCAL SEDIMENT CONTROL (NOTE 4)
[CONTROL LOCAL DE SEDIMENTO DE ROLLO DE FIBRA TÍPICO]

NTS 8

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL
[ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

SCALE A 0 8 16 24 1:200 METERS

SCALE B 0 1.6 3.6 4.8 1:40 METERS

SCALE C 0 1.0 2.0 3.0 1:25 METERS

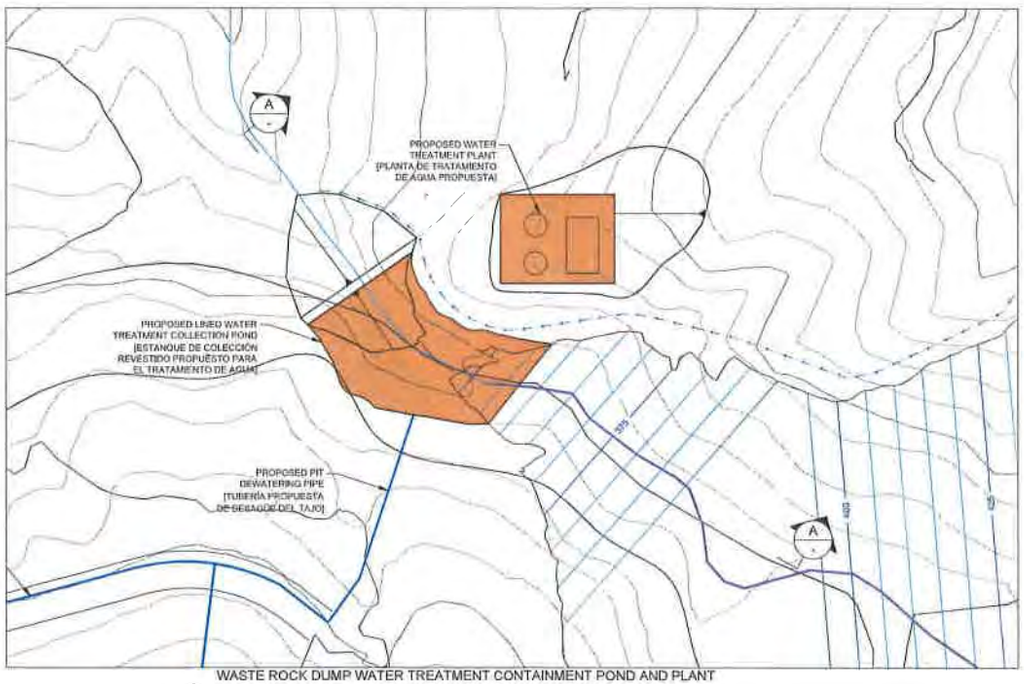
COMPANY: PERSHIMCO TSX-V: PRO

CONSULTANT: Golder Associates

PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC.
WATER MANAGEMENT PLAN
(PLAN DE MANEJO DE AGUA)
CERRO QUEMA MINE, PANAMA

TITLE: WATER MANAGEMENT SYSTEM DETAILS
(DETALLES DEL SISTEMA DE MANEJO DE AGUA)

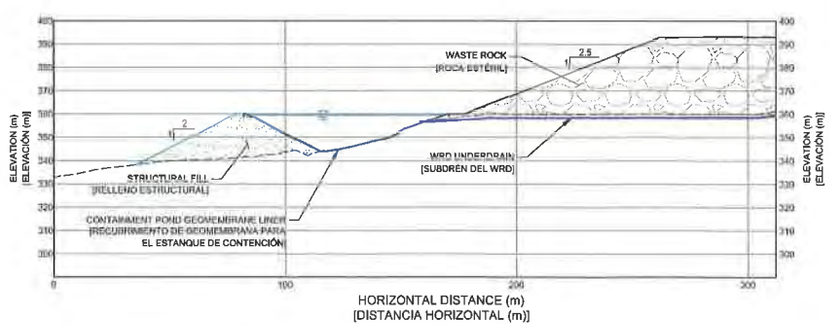
ROUTE No. 4 SHEET No. 4 of 8



WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT CONTAINMENT POND AND PLANT

HORZ. SCALE A 1 / 2 | VERT. SCALE A 2 / 3

[ESTANQUE Y PLANTA DE CONTENCIÓN PARA TRATAMIENTO DE AGUA DEL BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL]



WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT PLANT CONTAINMENT POND

HORZ. SCALE A B / 2 | VERT. SCALE A 2

[ESTANQUE DE CONTENCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL]

SCALE 0 40 80 120 1:1,000 METERS

LEGEND [LEYENDA]

- EXISTING TOPOGRAPHY (10 m CONTOURS) (NOTES 1 AND 2) [TOPOGRAFÍA EXISTENTE (CONTORNOS DE 10 m) (NOTAS 1 Y 2)]
- PROPOSED GRADING (5 m CONTOURS) [NIVELACIÓN PROPUESTA (CONTORNOS DE 5 m)]
- EXISTING RIO [RIO EXISTENTE]
- EXISTING QUEBRADA [QUEBRADA EXISTENTE]
- PROPOSED PIT DEWATERING PIPE [TUBERÍA DE DESAGÜE PROPUESTA DEL TAJO]
- PROPOSED UNDERDRAIN COLLECTION PIPE [TUBERÍA DE COLECCIÓN DE LOS SUBDRENES PROPUESTA]
- PROPOSED WATER TREATMENT PLANT AND LINED CONTAINMENT POND [PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROPOSITOS Y ESTANQUE DE CONTENCIÓN REVESTIDO]

NOTES [NOTAS]

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED APRIL 28, 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG. [TOPOGRAFÍA DE TERRENO EXISTENTE PROPORCIONADA POR PERSHIMCO RESOURCES COMO UN ARCHIVO ELECTRÓNICO FECHADO EL 28 DE ABRIL DE 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG.]
2. COORDINATE SYSTEM IS NAD27 UTM ZONE 17N. [SISTEMA DE COORDENADAS ES NAD27 UTM ZONA 17N.]
3. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION. [LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
4. GENERAL LOCATION AND CONFIGURATION OF WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT PLANT AND CONTAINMENT POND ARE APPROXIMATE. CONSTRUCTION LEVEL DESIGN TO BE COMPLETED DURING DETAILED DESIGN. [LA UBICACIÓN GENERAL Y CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DEL BOTADERO Y EL ESTANQUE DE CONTENCIÓN SON APROXIMADAS. DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN POR COMPLETARSE MAS ADELANTE.]

NOT FOR CONSTRUCTION

[NO PARA CONSTRUCCIÓN]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL. [ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

CLIENT: PERSHIMCO TSX-V: PRO

CONSULTANT: Golder Associates

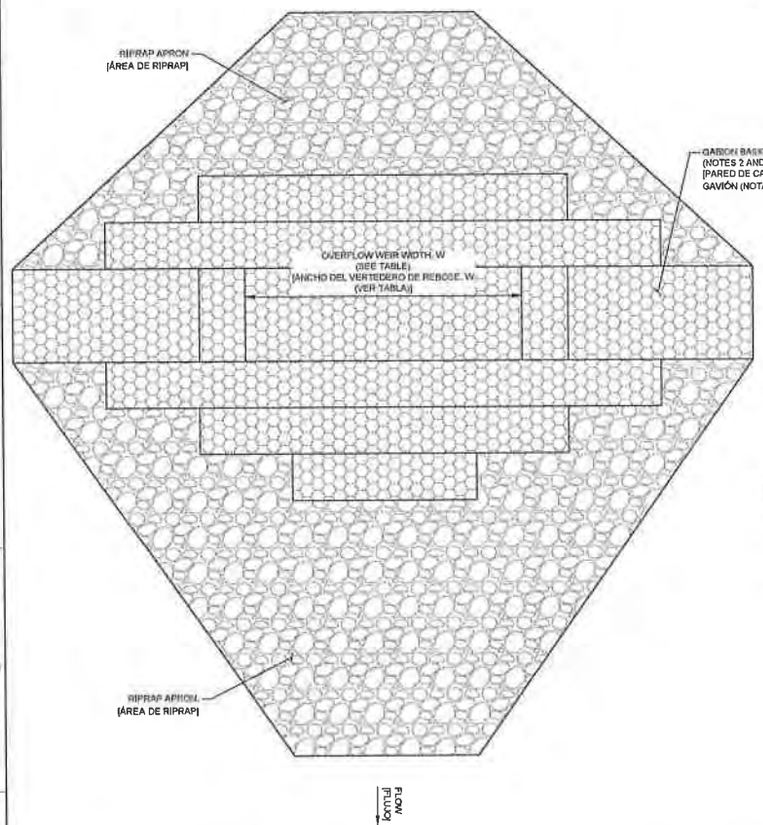
PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. WATER MANAGEMENT PLAN [PLAN DE MANEJO DE AGUA] CERRO QUEMA MINE, PANAMA

TITLE: WASTE ROCK DUMP WATER TREATMENT POND FACILITY LAYOUT [ESTANQUE DE COLECCIÓN DEL BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL PARA TRATAMIENTO DE AGUA]

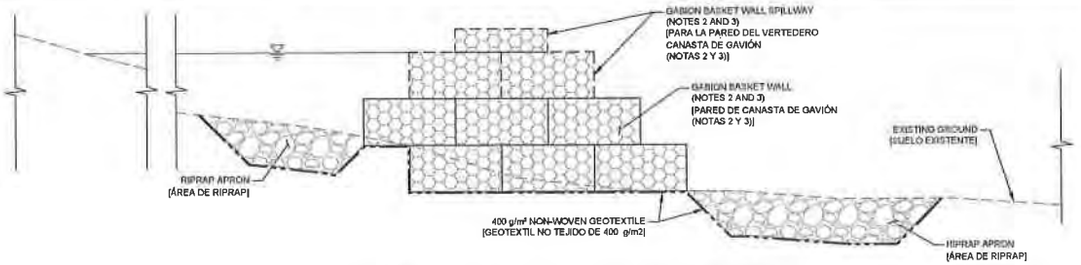
DRAWING No. 5 | SHEET No. 5 of 8

SHEET SIZE ANSI D

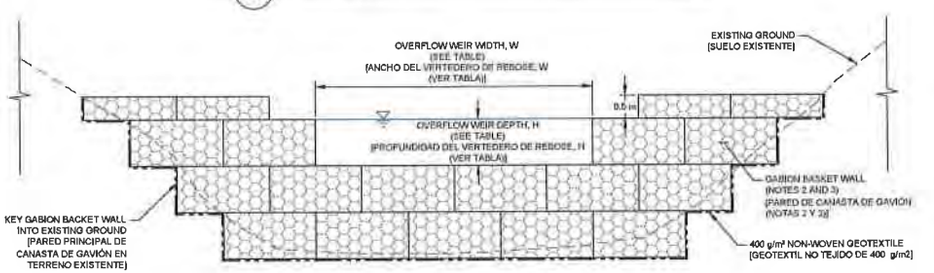
1247



TYPICAL SEDIMENT CONTROL STRUCTURE PLAN VIEW (NOTES 2 AND 3)
NTS 1 [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS TÍPICA VISTA EN PLANTA (NOTAS 2 Y 3)]



TYPICAL SEDIMENT CONTROL STRUCTURE SECTION A
NTS A [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO TÍPICA, SECCIÓN A]



TYPICAL SEDIMENT CONTROL STRUCTURE SECTION B
NTS B [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO TÍPICA, SECCIÓN B]

NOTES [NOTAS]

1. LOCATION OF SEDIMENT CONTROL STRUCTURES TO BE DETERMINED BY FIELD ENGINEER TO SUIT LOCAL TOPOGRAPHY. LOCATIONS SHOWN ON FIGURE 2 ARE SCHEMATIC ONLY.
[LA UBICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE SEDIMENTO SERÁ DETERMINADA POR UN INGENIERO DE CAMPO PARA ACOMODAR LA TOPOGRAFÍA LOCAL. LAS UBICACIONES MOSTRADAS EN LA FIGURA 2 SOLO SON ESQUEMÁTICAS.]

2. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION.
[LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]

3. GENERAL CONCEPTS PRESENTED ARE CONCEPTUAL. ALTERNATIVE FACILITY CONFIGURATIONS AND DESIGNS WILL BE EVALUATED DURING DETAILED. EMBANKMENTS MAY BE CONSTRUCTED OF ZONED SOIL AND ROCK FILL AS DETERMINED DURING DETAILED DESIGN.
[LOS CONCEPTOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES. LAS CONFIGURACIONES Y DISEÑOS ALTERNATIVOS DE LAS INSTALACIONES SERÁN EVALUADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO. LOS TERRAPLENES PUEDEN SER CONSTRUIDOS CON SUELO DE LA ZONA Y ENROCADO SEGUN SEA DETERMINADO DURANTE EL DISEÑO DETALLADO.]

4. NATIVE MATERIAL ASSUMED TO HAVE INTERNAL FRICTION ANGLE OF 35°, AND DENSITY OF 1900 kg/m³. FIELD ENGINEER TO CONFIRM PROPERTIES OF NATIVE SOILS IN THE FIELD.
[SE ASUMIÓ QUE EL MATERIAL NATIVO TENÍA UN ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO DE 35°, Y UNA DENSIDAD DE 1900 kg/m3. UN INGENIERO DE CAMPO CONFIRMARÁ LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS NATIVOS EN EL CAMPO.]

5. GABION BASKETS SHALL BE FILLED WITH A SOUND ANGULAR ROCKS THAT ARE 100 TO 200 mm IN SIZE. HAND PLACEMENT OF ROCK IS REQUIRED TO MINIMIZE VOIDS AND TO ENSURE A PROPER CONTACT OF THE FLAT SIDES OF THE ROCK WITH THE GALVANIZED STEEL OR HDPE MESH OF THE GABION BASKET. ROCK DUMPING FROM AN EXCAVATOR BUCKET OR DUMP TRUCK INTO THE GABION BASKETS IS NOT PERMISSIBLE.
[LAS CANASTAS DE GAVIÓN DEBEN SER LLENADAS CON BUENAS ROCAS ANGULARES QUE SEAN DE 100 A 200 mm EN TAMAÑO. SE REQUIERE LA COLOCACIÓN A MANO DE ROCAS PARA MINIMIZAR HUECOS Y PARA ASEGURAR EL CONTACTO ADECUADO DE LOS LADOS PLANOS DE LA ROCA CON EL ACERO GALVANIZADO O MALLA HDPE EN LA CANASTA DEL GAVIÓN. NO ES PERMITIBLE EL VOLTEO DE ROCA CON UNA EXCAVADORA O CAMIÓN DE VOLTEO.]

6. RIPRAP SHALL BE HARD, DURABLE, ANGULAR, AND GENERALLY GOOD QUALITY QUARRY ROCK THAT DOES NOT GENERATE ACID. RIPRAP SHALL BE FREE OF STRUCTURAL DEFECT, CLEAN, AND GENERALLY WELL GRADED.
[EL RIPRAP DEBE SER DURABLE, ANGULAR, Y GENERALMENTE DE ROCA DE CANTERA DE BUENA CALIDAD QUE NO GENERE ÁCIDO. EL RIPRAP DEBE ESTAR LIBRE DE DEFECTOS ESTRUCTURALES, SER LIMPIO Y GENERALMENTE BIEN GRADADO.]

LEGEND [LEYENDA]

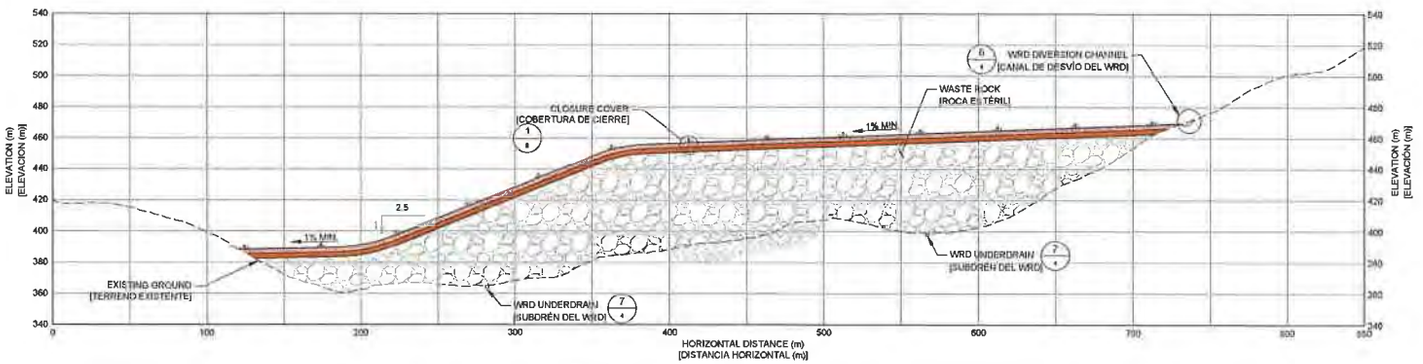
- RIP-RAP
- GABIONS [GAVIONES]

SEDIMENT CONTROL STRUCTURE [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTOS]	OVERFLOW WEIR WIDTH, W [ANCHO DEL VERTEDERO DE REBOSE, W]	OVERFLOW WEIR DEPTH, H [PROFUNDIDAD DEL VERTEDERO DE REBOSE, H]	STORAGE CAPACITY (m³) [CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m³)]
NEW MARICELA [MARICELA NUEVA]	4.0 m	1.0 m	32,500 m³
NEW NORTH HLF DIVERSION [DESVÍO NORTE NUEVO DE LA HLF]	7.0 m	1.0 m	10,500 m³
RECONSTRUCTED SECA [CBA. SECA RECONSTRUIDA]	10.0 m	1.5 m	NO CHANGE [NO HAY CAMBIO]
RECONSTRUCTED CHONTAL [CBA. CHONTAL RECONSTRUIDA]	10.0 m	2.0 m	NO CHANGE [NO HAY CAMBIO]

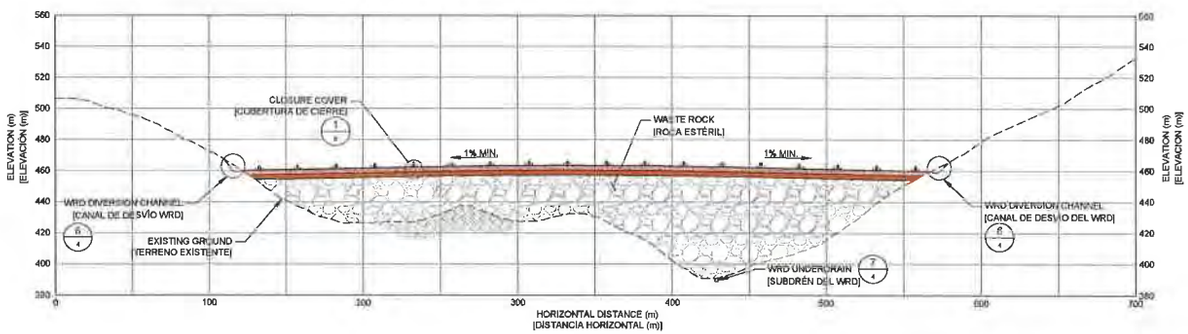
NOT FOR CONSTRUCTION
[NO PARA CONSTRUCCIÓN]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL.
[ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

CLIENT: PERSHIMCO (TSX-V: PRO)
CONSULTANT: Golder Associates
PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. WATER MANAGEMENT PLAN [PLAN DE MANEJO DE AGUA] CERRO QUEMA MINE, PANAMA
TITLE: TYPICAL SEDIMENT CONTROL STRUCTURE [ESTRUCTURA DE CONTROL DE SEDIMENTO TÍPICA]
PROJECT No.: 8
SHEET No.: 8 OF 8



OVERALL WASTE ROCK DUMP FACILITY WEST TO EAST
HORZ. SCALE A (A/2) VERT. SCALE A
[INSTALACIÓN DE BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL DE OESTE A ESTE]



OVERALL WASTE ROCK DUMP FACILITY NORTH TO SOUTH
HORZ. SCALE A (B/2) VERT. SCALE A
[INSTALACIÓN DE BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL DE NORTE A SUR]

LEGEND [LEYENDA]

- EXISTING GROUND [TERRENO EXISTENTE]
- PROPOSED DIVERSION CHANNEL [CANAL DE DESVÍO PROPUESTO]
- PROPOSED COVER FINISH GROUND [SUELO DE COBERTURA FINAL PROPUESTA]
- WASTE ROCK [ROCA ESTÉRIL]
- COVER SYSTEM - OXIDE WASTE [SISTEMA DE COBERTURA - DESECHO DE OXIDO]
- COVER SYSTEM - TOPSOIL [SISTEMA DE COBERTURA - CAPA SUPERFICIAL DE SUELO]
- COVER SYSTEM - VEGETATION [SISTEMA DE COBERTURA - VEGETACIÓN]

NOTES [NOTAS]

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED APRIL 28, 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG.
[TOPOGRAFÍA DE TERRENO EXISTENTE PROPORCIONADA POR PERSHIMCO RESOURCES COMO UN ARCHIVO ELECTRÓNICO FECHADO EL 28 DE ABRIL DE 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS.DWG.]
2. COORDINATE SYSTEM IS NAD27 UTM ZONE 17N.
[SISTEMA DE COORDENADAS ES NAD27 UTM ZONA 17N.]
3. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION.
[LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON PROPOSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
4. COVER SYSTEM PRESENTED IS CONCEPTUAL. FINAL DESIGN OF THE CLOSURE SYSTEM WILL REFINED PRIOR TO CLOSURE.
[EL SISTEMA DE COBERTURA ES CONCEPTUAL. EL DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE COBERTURA SERÁ REFINADO ANTES DEL CIERRE.]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL.
[ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

NOT FOR CONSTRUCTION
[NO PARA CONSTRUCCIÓN]

SCALE 0 60 120 180 1:1,500 METERS

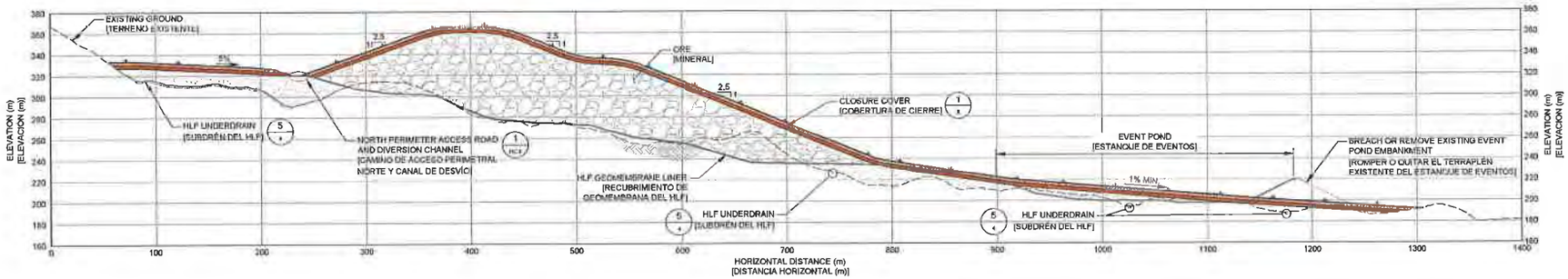
CLIENT: PERSHIMCO (TSX-V: PRO)
CONSULTANT: Golder Associates

PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. 1400608
WATER MANAGEMENT PLAN
(PLAN DE MANEJO DE AGUA)
CERRO QUEMA MINE, PANAMA

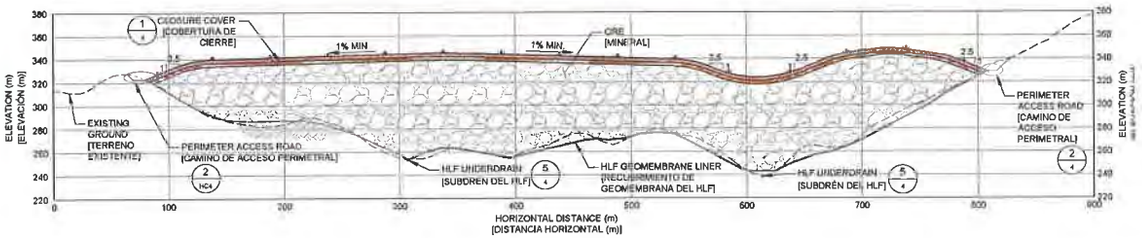
TITLE: OVERALL WASTE ROCK DUMP CLOSURE SECTIONS
[SECCIONES DE CIERRE DEL BOTADERO DE ROCA ESTÉRIL]

FIGURE No. 7 SHEET No. 7 of 8

2/12/14

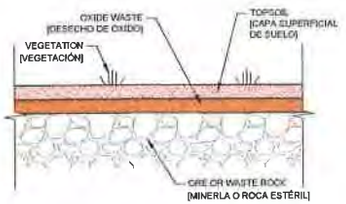


OVERALL HEAP LEACH FACILITY NORTH TO SOUTHEAST
HORZ. SCALE A (A/2) VERT. SCALE A
[INSTALACIÓN DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN DE NORTE A SURESTE]



OVERALL HEAP LEACH FACILITY NORTHWEST TO SOUTHEAST
HORZ. SCALE A (B/2) VERT. SCALE A
[INSTALACIÓN DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN TOTAL NOROESTE AL SURESTE]

SCALE A: 0 — 100 — 200 — 1:2,000 METERS



TYPICAL WRD AND HLF COVER SYSTEM (NOTE 5)
NTS (1/-)
[SISTEMA DE COBERTURA TÍPICA DEL WRD Y LA HLF (NOTA 5)]

LEGEND [LEYENDA]

- EXISTING GROUND [TERRENO EXISTENTE]
- PROPOSED DIVERSION CHANNEL [CANAL DE DESVÍO PROPUESTO]
- PROPOSED COVER FINISH GROUND [SUELO DE COBERTURA FINAL PROPUESTA]
- EXISTING HEAP LEACH PAD GEOMEMBRANE LINER [RECUBRIMIENTO DE GEOMEMBRANA PARA EL PATIO DE LIXIVIACIÓN EXISTENTE]
- HEAP LEACH ORE [MINERAL DE LA PILA DE LIXIVIACIÓN]
- EXISTING STRUCTURAL FILL [RELLENO ESTRUCTURAL EXISTENTE]
- PROPOSED STRUCTURAL FILL BELOW COVER SYSTEM [RELLENO ESTRUCTURAL PROPUESTO DEBAJO DEL SISTEMA DE COBERTURA]
- COVER SYSTEM - OXIDE WASTE [SISTEMA DE COBERTURA - DESECHO DE ÓXIDO]
- COVER SYSTEM - TOPSOIL [SISTEMA DE COBERTURA - CAPA SUPERFICIAL DE SUELO]
- COVER SYSTEM - VEGETATION [SISTEMA DE COBERTURA - VEGETACIÓN]

NOTES [NOTAS]

1. EXISTING GROUND TOPOGRAPHY PROVIDED BY PERSHIMCO RESOURCES IN AN ELECTRONIC FILE DATED APRIL 28, 2014; CERRO_QUEMA_10M_ CONTOURS.DWG. [TOPOGRAFÍA DE TERRENO EXISTENTE PROPORCIONADA POR PERSHIMCO RESOURCES COMO UN ARCHIVO ELECTRÓNICO FECHADO EL 28 DE ABRIL DE 2014; CERRO_QUEMA_10M_CONTOURS DWG.]
2. COORDINATE SYSTEM IS NAD27 UTM ZONE 17N. [SISTEMA DE COORDENADAS ES NAD27 UTM ZONA 17N.]
4. DESIGNS PRESENTED ARE CONCEPTUAL AND ARE INTENDED TO PRESENT GENERAL MITIGATION AND CONTROL OPTIONS. SPECIFIC DESIGNS FOR EACH ITEM PRESENTED WILL BE PERFORMED DURING DETAILED DESIGN PRIOR TO CONSTRUCTION. [LOS DISEÑOS PRESENTADOS SON CONCEPTUALES CON EL PROPÓSITO DE PRESENTAR UNA MITIGACIÓN GENERAL Y OPCIONES DE CONTROL. LOS DISEÑOS ESPECÍFICOS PARA CADA ELEMENTO SERÁN DESARROLLADOS DURANTE EL DISEÑO DETALLADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN.]
5. COVER SYSTEM PRESENTED IS CONCEPTUAL. FINAL DESIGN OF THE CLOSURE SYSTEM WILL REFINED PRIOR TO CLOSURE. [EL SISTEMA DE COBERTURA ES CONCEPTUAL. EL DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE COBERTURA SERÁ REFINADO ANTES DEL CIERRE.]

NOT FOR CONSTRUCTION
[NO PARA CONSTRUCCIÓN]

THESE DRAWINGS ARE A TRANSLATION OF THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS. IF A DISCREPANCY BETWEEN THE ORIGINAL ENGLISH DRAWINGS AND THIS TRANSLATION SHOULD OCCUR, THE PLANS IN ENGLISH SHALL PREVAIL. [ESTOS PLANOS SON UNA TRADUCCIÓN DE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS. SI HAY UNA DISCREPANCIA ENTRE LOS PLANOS ORIGINALES EN INGLÉS Y ESTA TRADUCCIÓN, LOS PLANOS EN INGLÉS SON LOS QUE PREVALECERÁN.]

CLIENT: PERSHIMCO (TSX-V: PRO)
CONSULTANT: Golder Associates
PROJECT: PERSHIMCO RESOURCES INC. WATER MANAGEMENT PLAN [PLAN DE MANEJO DE AGUA] CERRO QUEMA MINE, PANAMA
TITLE: OVERALL HEAP LEACH FACILITY CLOSURE SECTIONS [SECCIONES DE CIERRE DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN]
PROJECT No.: A
SHEET No.: A
OF 8

~~1242~~
1243

As a global, employee-owned organisation with over 50 years of experience, Golder Associates is driven by our purpose to engineer earth's development while preserving earth's integrity. We deliver solutions that help our clients achieve their sustainable development goals by providing a wide range of independent consulting, design and construction services in our specialist areas of earth, environment and energy.

For more information, visit golder.com

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Ltd.
6925 Century Avenue, Suite #100
Mississauga, Ontario, L5N 7K2
Canada
T: +1 (905) 567 4444

Golder Associates

ANEXO 3.6

Estudio Sísmico

Proyecto Minero Cerro Quema

REPORTE ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO ESPECÍFICO DE SITIO

Proyecto Cerro Quema

Provincia Los Santos, Panamá

Emitido a: Pershimco Resources Inc.
11, Perreault Street East
Rouyn-Noranda, Quebec
Canada J9X 3C1

Emitido Por: Golder Associates Inc.
230 Commerce, Suite 200
Irvine, CA 92602
United States of America

Noviembre, 2014

Project No. 1400908
CQ04 GAI-001-R-V4

Golder Associates

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

RESUMEN EJECUTIVO

Golder ha realizado un análisis probabilístico de peligro sísmico (APPS) específico de sitio, un análisis determinístico de peligro sísmico (ADPS) y una evaluación de peligro de ruptura superficial por falla sísmica para el sitio del Proyecto Cerro Quema en la Península de Azuero, Los Santos, Panamá (latitud 7.549ºN y longitud 80.527ºW).

El modelo de peligro sísmico contiene 15 fuentes sísmicas contribuyentes al movimiento sísmico de terreno en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Las fuentes sísmicas incluyen cinco (5) fuentes de fallas de corteza, dos (2) fuentes de subducción de interface y ocho (8) fuentes areales regionales para representar sismos asociados a fallas sísmicas o modelos de subducción conocidos.

Los resultados del APPS específico de sitio para algunas aceleraciones espectrales y periodos de retorno se muestran en la Tabla ES-1. Los valores S_S y S_1 son para ser aplicados en los estándares del ASCE 7-05 con un periodo largo de transición (T_L) de 16 segundos en un suelo rígido o roca meteorizada (ASCE 7-05 suelo Clase B). Estas aceleraciones espectrales indican un nivel de peligro sísmico moderado en el sitio del Proyecto Cerro Quema para un periodo de retorno de 2,475 años.

Tabla ES-1: Aceleraciones Espectrales con 5% de Amortiguamiento para el Sitio del Proyecto Cerro Quema

Periodo Estructural (s)	Aceleración Espectral (g) para Suelo Rígido/Roca Meteorizada (Vs30 = 760 m/s)[1]		
	Periodo Retorno Promedio 475 años	Periodo Retorno Promedio 2,475 años	84% Percentil Determinístico
A_{max}[2]	0.238	0.422	0.383
0.2	0.566	1.041 (S_S)[3]	1.009
1	0.174	0.309 (S_1)[3]	0.363

[1] s – segundo; g – aceleración de la gravedad 980 m/s^2; m/s – metros per segundo;
[2] Amax – Aceleración horizontal máxima del terreno.
[3] S_S y S_1 de acuerdo al ASCE 7-05 para el Sismo Máximo Considerado - the site-specific Maximum Considered Earthquake (MConE)

Los resultados de desagregación del peligro sísmico indican que la mayor contribución a las A_{max} y aceleración espectral de 0.2 segundos para periodos de retorno de 475 y 2,475 años es debida a sismos con **M** ≤ 7 dentro de los 40 km del sitio del proyecto. La mayor contribución para las aceleraciones espectrales de 1.0 segundo para periodos de retorno de 475 y 2,475 años son grandes sismos (**M** 7.5 a **M** 7.7) que ocurren en la Falla de Panamá del Sur, alrededor de 57 km al sur del sitio del Proyecto Cerro Quema.

Los resultados del análisis determinístico indican que el 84% percentil para la Amax es de 0.383 g para un sitio Clase B. Los movimientos sísmicos asociados a periodos espectrales cortos (0.5 segundos o menores) son generados por el sismo máximo creíble (SMC) de **M** 6.9 con una distancia de alrededor de 12 km del sitio del Proyecto Cerro Quema. La fuente que contribuye a los periodos espectrales largos (0.75 segundos o mayores) es la falla Azuero-Soná ubicada a una distancia de alrededor de 18 km desde el sitio del proyecto con SMC de **M** 8.0.

Los trabajos de campo en la falla Rio Joaquín y otras fallas menores mapeadas en los alrededores del sitio del proyecto indican que muchas de estas fallas probablemente se desarrollaron hace más de 40 millones de años en un régimen tectónico no relacionado al actual. De acuerdo a esto, la Falla Rio Joaquín no cumple el criterio generalmente aceptado en la comunidad científica para ser categorizada como falla activa. La opinión de Golder es que las fallas superficiales mapeadas en el sitio del proyecto no presentan un peligro de ruptura de falla superficial de importancia ingenieril.

Tabla de Contenido

1.0 INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes del Proyecto 1
1.2 Estudios Sísmicos Previos 1
1.3 Alcances del Estudio 2
1.4 Estructura del Reporte 3
1.5 Limitaciones 3
2.0 MARCO TECTÓNICO Y GEOLOGÍA REGIONAL 5
2.1 Marco Tectónico 5
2.2 Geología Regional 6
2.2.1 Estratigrafía Regional 6
2.3 Sismos Históricos 7
3.0 MODELO SISMOTECTONICO ESPECIFICO DE SITIO 8
3.1 Desarrollo del Catálogo Sísmico del Proyecto 8
3.1.1 Compilación del Catálogo Sísmico de Golder 8
3.1.2 Procesamiento de Datos Sísmicos 9
3.1.3 Depuración del Catálogo Sísmico del Proyecto 9
3.2 Descripción de las Fuentes Sísmicas 10
3.2.1 Fallas Superficiales de Corteza 10
3.2.2 Fuentes Areales de Corteza 10
3.2.3 Fuentes de Subducción 10
3.3 Recurrencia Sísmica 11
3.3.1 Estimación de Parámetros de Recurrencia Sísmica 11
3.3.2 Magnitud Máxima 12
3.3.3 Magnitud Mínima 12
3.3.4 Profundidad del Foco Sísmico 12
4.0 ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO ESPECIFICO DE SITIO 14
4.1 Métodos de Análisis de Peligro Sísmico 14
4.1.1 Análisis Probabilístico de Peligro Sísmico (APPS) 14
4.1.2 Análisis Determinístico de Peligro Sísmico (ADPS) 14
4.2 Relaciones de Predicción del Movimiento Sísmico 14
4.3 Análisis de Arboles Lógicos 15
5.0 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO 17
5.1 Curvas de Peligro Sísmico Promedio 17
5.2 Espectro de Aceleraciones Espectrales con 5% de Amortiguamiento 17
5.3 Desagregación del Peligro Sísmico por Magnitud, Distancia y Épsilon 17
5.4 Contribución al Peligro Sísmico por Fuentes Sísmicas 18
5.5 Resultados Análisis Determinístico Peligro Sísmico 18

5.6 Espectro Sísmico de Diseño según ASCE 7-05 19
5.6.1 Periodo de Transición a Periodos Largos 20
5.7 Discusión 20
5.7.1 Comparación entre Sismicidad Observada y Predecida 20
5.7.2 Comparación con el Estudio Regional del 2012 20
6.0 RESUMEN Y CONCLUSIONES 22
7.0 IMPORTANT INFORMATION AND LIMITATIONS OF THIS REPORT 23
8.0 CIERRE 24
9.0 REFERENCIAS 25

Lista de Tablas

Tabla ES-1 Aceleraciones Espectrales con 5% de Amortiguamiento para el Sitio del Proyecto Cerro Quema
Tabla 1 Epicentros de los Principales Sismos Históricos (M ≥ 6.0) Identificados dentro de los 300 km del Sitio del Cerro Quema, Panamá
Tabla 2 Fallas Sísmicas, Cerro Quema, Panamá
Tabla 3 Parámetros de Entrada Fuentes de Corteza, Cerro Quema, Panamá
Tabla 4 Parámetros Entrada Fuentes Areales y de Subducción, Cerro Quema, Panamá
Tabla 5 Arboles Lógicos para Fuentes Areales, Cerro Quema, Panamá
Tabla 6 Ecuaciones de Predicción del Movimiento Sísmico (GMPEs) para Fallas y Fuentes Areales y de Subducción, Cerro Quema, Panamá
Tabla 7 Espectro de Peligro Sísmico Uniforme con 5% de Amortiguamiento para Algunos Periodos Estructurales para Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) para Cerro Quema, Panamá
Tabla 8 Resultados de Desagregación para Amax, y Aceleraciones Espectrales 0.2 segundos y 1 segundo Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) Cerro Quema, Panamá
Tabla 9 Espectro Sísmico Determinístico 5% de Amortiguamiento para Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) Cerro Quema, Panamá
Tabla 10 Comparación con el Estudio Sísmico Regional 2012, Cerro Quema, Panamá
Tabla 11 Espectro Sísmico para Diseño de Estructuras Estándares Sitio Clase B[1] Cerro Quema, Panamá

Lista de Figuras

Figura 1 Principales Estructuras Geológicas y Sismos Históricos
Figura 2 Distribución en Tiempo y Tamaño de Sismos Históricos (Radio 500 km)
Figura 3 Densidad de Sismos Históricos – Catálogo Completo y Depurado
Figura 4 Fuentes Sísmicas Específicas de Sitio
Figura 5 Distribución de la Profundidad de Eventos en Fuentes Sísmicas
Figura 6 Número Acumulativo de Sismos en Función del Tiempo – Fuente SPDB
Figura 7 Recurrencia Sísmica – Fuente SPDB
Figura 8 Principales Tareas Peligro Sísmico Específico de Sitio
Figura 9 Árbol Lógico para Caracterización de Fuentes Sísmicas
Figura 10 Curvas Peligro Sísmico Promedio para Amax, 0.2s, 1.0s 5% Amortiguamiento (Vs30 = 760 m/s)
Figura 11 Espectro Peligro Uniforme 5% Amortiguamiento (Vs30 = 760 m/s)
Figura 12 Desagregación Peligro Sísmico Magnitud y Distancia (Vs30 = 760 m/s)
Figura 13 Desagregación del Peligro Sísmico por Épsilon (Vs30 = 760 m/s)

Figura 14 Contribución al Peligro Sísmico por Fuentes Sísmicas (Vs30 = 760 m/s)
Figura 15 Comparación entre Sismicidad Observada y Predecida

Lista de Apéndices

Apéndice A Memorándum Técnico: Investigación Fallas Sísmicas Proyecto Cerro Quema

1.0 INTRODUCCIÓN

Este reporte presenta los resultados de un análisis de peligro sísmico específico de sitio en el sitio del Proyecto Cerro Quema en la Península de Azuero, provincia Los Santos en el centro de Panamá (latitud 7.549°N y longitud 80.527°W). Los parámetros sísmicos presentados en este reporte pueden ser usados en los estudios de línea base para las Evaluaciones de Impacto Social y Ambiental (ESIA, por sus siglas en ingles) y en los análisis sísmicos a nivel de factibilidad y de diseño ingenieril para el proyecto.

1.1 Antecedentes del Proyecto

Pershimco Resources Inc. (Pershimco) contrató a Golder Associates Inc. (Golder) para el desarrollo del estudio de pre-factibilidad (43-101) para el Proyecto Cerro Quema que incluye el diseño de las instalaciones asociadas a la pila de lixiviación y depósito de desmontes mineros, el estudio de alcance ambiental; así como los estudios de impacto social y ambiental (ESIA). Durante el trabajo, Golder identifico varios otros estudios requeridos para el desarrollo del ESIA e ingeniería de prefactibilidad del proyecto.

Pershimco identificó que los estudios de peligro sísmico y evaluación de peligro de ruptura superficial de falla eran necesarios para avanzar los permisos y diseños del proyecto. Los criterios de diseño sísmico son requeridos para los análisis y diseños de la futura pila de lixiviación Maricela, los depósitos de desmonte minero (waste rock dumps) Quema Sur y Chontal Superior; así como otras estructuras ingenieriles dentro de las instalaciones de la mina.

1.2 Estudios Sísmicos Previos

Durante los anteriores estudios de prefactibilidad para el sitio del proyecto, Knight Piésold (2005) desarrolló un análisis simplificado de peligro sísmico probabilístico y determinístico. Golder (2014) hizo una revisión del estudio de peligro sísmico en base a un trabajo de gabinete que consistió en revisar la información sísmica disponible. La revisión incluyo la identificación de fallas regionales activas Cuaternarias, la evaluación de las estimaciones de movimiento sísmico de terreno de estudios regionales pasados y la identificación y mapeo inicial de la Falla Rio Joaquín ubicada en el sitio de la pila de lixiviación Maricela.

El estudio sísmico de Golder recomendó que se deba considerar el desarrollo de análisis adicionales para la determinación de los movimientos sísmicos de terreno para los diseños a nivel de factibilidad. Los estudios adicionales recomendados incluyen una evaluación de:

- Registros históricos de la ocurrencia de grandes sismos en la región del proyecto;
- Ubicación de las fallas más importantes dentro de los 60 km del sitio del proyecto;
- Estudios de peligro sísmico probabilístico y determinístico;
- Diferencias entre el estudio de peligro sísmico especifico de sitio y aquellos especificados por el Código de Diseño Estructural de Panamá; y
- Potencial de ruptura superficial de la Falla Rio Joaquín.

Según estas recomendaciones, Golder propuso un estudio de peligro sísmico específico de sitio con un trabajo de reconocimiento aéreo y de terreno para el sitio del Proyecto Cerro Quema. Este reporte se origina de estos estudios propuestos.

1.3 Alcances del Estudio

Los alcances del trabajo desarrollados para este estudio tienen como objetivo cuantificar el peligro sísmico en el sitio Cerro Quema a través de un análisis probabilístico de peligro sísmico (APPS) especifico de sitio. Así mismo, se desarrolló un análisis determinístico de peligro sísmico (ADPS) para cuantificar movimientos sísmicos de terreno producidos por grandes sismos en fallas potencialmente activas cercanas al sitio del proyecto. El alcance del estudio incluye las siguientes tres fases resumidas a continuación.

- **Fase 1**: Revisión y evaluación de la tectónica regional, sismicidad y fuentes sismogénicas que utilizan la información del trabajo completado por Knight Piésold (2005) y Golder (2014).
- **Fase 1a**: Reconocimiento de campo y evaluacion de fallas activas conocidas dentro de los 20 km del sitio del proyecto usando reconocimiento aéreo y curvas topográficas.
- **Fase 2**: Análisis determinísticos y probabilísticos de peligro sísmico. Tareas específicas de esta fase incluyen:
  - Revisión y procesamiento de catálogos sísmicos para evaluar si estos están completos.
  - Eliminación de eventos duplicados, premonitores y réplicas de los catálogos y uniformización a una sola escala de magnitud.
  - Identificación y caracterización de fuentes sísmicas, incluyendo fallas de corteza, fuentes areales y fuentes de subducción en un radio de 500 km del sitio del Proyecto Cerro Quema.
  - Evaluación y ponderación de relaciones de predicción del movimiento sísmico apropiadas para el sitio del Proyecto Cerro Quema.
  - Ingreso de las fuentes sísmicas específicas para el proyecto en el software EZ-FRISK 7.62 (Risk Engineering, Inc. 2011) para calcular curvas de peligro sísmico promedio y espectros de peligro uniforme con 5% de amortiguamiento en el sitio del Proyecto en un suelo rígido o roca meteorizada (velocidad promedio de ondas de corte en los primeros 30 m (Vs30) = 760 m/s).
  - Desagregación de los movimientos sísmicos de terreno para algunos periodos de retorno y valores de aceleraciones espectrales para determinar escenarios sísmicos que controlan el peligro sísmico en el sitio del proyecto.

- ADPS en fallas sísmicas para calcular el 84% percentil (media + 1 desviación standard) del espectro de respuesta de aceleraciones.
- Determinación del espectro de respuesta de aceleraciones horizontal con 5% de amortiguamiento para el desarrollo de los movimientos sísmicos de diseño.

- **Fase 3**: Preparación y revisión del reporte final y de borrador que incluye una descripción de los modelos utilizados; así como tablas y figuras. Los comentarios hechos por el cliente son incorporados en el reporte final.

Los detalles del alcance de nuestro trabajo se encuentran en la propuesta P1400908 con fecha marzo 27, 2014 y aprobada por Pershimco en Abril 2014.

1.4 Estructura del Reporte

Las principales evaluaciones y conclusiones de nuestro trabajo de reconocimiento de campo y estudio de peligro sísmico específico de sitio se presentan en este reporte.

- La Sección 1 provee una introducción al propósito y a los antecedentes de este estudio; así como un resumen del alcance del trabajo desarrollado.
- La Sección 2 presenta el entorno sismotectónico actual y un resumen de la historia geológica regional en las inmediaciones del sitio del Proyecto Cerro Quema.
- La Sección 3 describe el desarrollo y caracterización de las fuentes sísmicas basados en nuestro análisis del entorno tectónico y los registros históricos de sismos.
- Los métodos del análisis de peligro sísmico, relaciones de predicción del movimiento sísmico, así como los arboles lógicos se presentan en la Sección 4.
- La Sección 5 resume los resultados de los análisis de peligro sísmico.
- La Sección 6 resume las principales conclusiones de este estudio.
- La Sección 7 resume las principales restricciones de este estudio.
- La Sección 8 contiene comentarios de cierre y las firmas de los autores del reporte.
- La Sección 9 presenta una lista de los reportes y publicaciones referenciados en este estudio.

1.5 Limitaciones

La evaluación de peligro sísmico específico de sitio y la ingeniería geotécnica sísmica, son campos de la investigación y de la ingeniería aplicada con características altamente dinámicas y que sufren una rápida evolución en forma continua y permanente. Consecuentemente, los estándares de práctica en esta área en particular continúan en desarrollo. Por ello, los resultados presentados en este reporte deberán ser

revisados al momento en que nueva información esté disponible o cuando una teoría científica más reciente surja, relacionada con los mecanismos sismogénicos aquí tratados

Golder ha preparado este documento en una manera consistente con el nivel de cuidado y habilidad ejecutada por miembros de asociaciones ingenieriles y científicas practicando actualmente bajo condiciones similares en la jurisdicción en la que los servicios son proveídos, sujeto a los límites de tiempo y restricciones físicas aplicables a la preparación de este documento.

Este reporte deberá ser leído en conjunto con "**Información Importante y Limitaciones de este Estudio**" (Sección 7). Se llama en especial la atención del lector a esta información debido a que es esencial para el uso e interpretación apropiada de este reporte.

2.0 MARCO TECTÓNICO Y GEOLOGÍA REGIONAL

Esta sección resume la ubicación, razón de actividad e importancia de los principales elementos, a escala continental, que son la fuente de sismos que pueden generar movimientos sísmicos severos y de importancia para las estructuras de interés en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Además, se incluye una breve descripción de los sismos históricos en el sur de América Central y el noroeste de América del Sur (Colombia occidental), y la identificación y análisis de las fuentes sismogénicas conocidas en un radio de 300 km del sitio del proyecto.

2.1 Marco Tectónico

El Cerro Quema propiedad de Pershimco se ubica en la Península Azuero, Panamá. En términos geológicos, la propiedad se encuentra dentro de un antiguo arco volcánico magmático del Cretáceo Paleogénico desarrollado hace alrededor de 75 millones a 40 millones de años atrás. Panamá es actualmente considerada parte de una microplaca tectónica que ocupa la unión de las Placas del Caribe, América del Sur, Cocos y Nazca (Figura 1). Esta microplaca es generalmente considerada un bloque rígido que alguna vez fue parte de la Placa del Caribe, pero que ahora se distingue de la Placa del Caribe adyacente por su vector de velocidad diferente (Trenkamp et al. 2002). El margen suroccidental de la microplaca Panamá está marcado por la subducción oblicua de la Placa de Nazca y la Placa oceánica de Cocos debajo de la parte oeste de la microplaca Panamá. En su lado más oriental, el margen de la microplaca Panamá y la Placa de Nazca está marcado por el cinturón deformado del Sur de Panamá – un margen de transformación predominante que acomoda el movimiento relativo de la Placa de Nazca. Estos movimientos relativos resultan en la subducción de la Placa de Nazca debajo de América del Sur a lo largo de la fosa Ecuatoriana-Colombiana. Al norte, el margen de la microplaca Panamá comprende el cinturón deformado Panamá del Norte donde la Placa del Caribe es empujada oblicuamente debajo del norte de Panamá. Los bordes occidentales y orientales de la microplaca Panamá no están bien definidos (Figura 1), a pesar de que Montero (2001) argumenta que muchas de las fallas y las altas razones de sismicidad dentro del cinturón deformado Costa Rica marcan el limite occidental de la Placa del Caribe y la microplaca Panamá.

Rockwell et al. (2010a), sin embargo, argumenta que la microplaca Panamá no es un bloque rígido. Ellos sugieren que la microplaca está en continua deformación interna como lo evidencia la presencia de fallas sísmicamente activas con importantes altas razones de desplazamiento (> 5 mm/año), como las fallas Limón y Pedro Miguel cerca al Canal de Panamá Rockwell et al. (2010b). Rockwell et al. (2010b) proponen un modelo de bloque para Panamá con importantes fallas que limitan el bloque que acomodan la contracción este-oeste y la deflexión con dirección norte del arco de Panamá. Recientemente pruebas para este modelo usando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, siglas en inglés) desarrolladas por Bennett et al. (2014) fallaron en reproducir las altas razones de desplazamiento estimadas en estudios paleosísmicos de Rockwell et al. (2010a).

En general, sin embargo, las actuales velocidades de placa interpretadas de mediciones de GPS y datos paleosísmicos muestran una convergencia consistente con dirección al este de Panamá hacia América del Sur (e.g. Trenkamp et al 2002). Las velocidades se incrementan hacia el este de razones de alrededor de 10 a 15 mm/año en Nicaragua, a 30 mm/año en el centro de Panamá, la costa de Colombia y Panamá. La cantidad de flexión, deformación interna y actividad de las fallas en la microplaca de Panamá se mantiene en controversia.

2.2 Geología Regional

La Península de Azuero es una característica topográfica prominente en la costa suroccidental del Pacifico de Panamá. El basamento rocoso de la Península comprende rocas basálticas masivas que son actualmente interpretadas como representaciones de rocas emergentes del margen occidental de la Placa del Caribe (Corral et al. 2011). Siguiendo el inicio de la subducción hace aproximadamente 70 millones de años, se desarrolló una secuencia de arco magmático en el basamento rocoso Azuero que son rocas volcánicas complejas. Las rocas del Grupo Azuero consisten en rocas volcánicas que incluyen tufos volcánicos y rocas volcanoclásticas en un rango de edad aproximado desde 71 a 40 millones de años (periodo del Cretáceo Tardío a Paleogénico).

2.2.1 Estratigrafía Regional

Las rocas volcánicas del Cerro Quema de la Península de Azuero consisten en andesitas, dacitas y basaltos. Con ellas y dejado de estas secuencias volcánicas están los sedimentos marinos volcanoclásticos (conglomerados, areniscas, lutitas), calizas y turbiditas. Esta secuencia volcánica sedimentaria es interpretada como un deposito formado en un ambiente de subducción que estudios geológicos iniciales agrupan en la Formación Ocu. Interpretaciones subsiguientes hechas por Corral et al. (2011) argumentan que las rocas del distrito Cerro Quema no son parte de la Formación Ocu y pueden ser todavía subdivididas. De acuerdo a esto, Corral et al. (2011) definieron que la Formación Rio Quema que consiste en sedimentos volcánicos y volcanoclásticos depositados con calizas y domos de dacitas submarinas con composiciones de basálticas a andesíticas. La Formación Rio Quema es interpretada por Corral et al. (2011) como una secuencia de relleno en una cuenca volcánica adyacente al arco volcánico del Cretáceo Paleogénico. La Formación Cerro Quema contiene la mineralización en el distrito del Cerro Quema (Corral et al. 2011).

La unidad inferior de la Formación Rio Quema consiste en rocas de flujo de lava andesítica, areniscas ricas en cristales, y turbiditas interestratificadas con calizas hemipelágicas. Esta secuencia volcánica sedimentárica es interpretada por Corral et al. (2011) como una representación de un ambiente de deposición cercano a la actividad volcánica frontal hace 70 millones de años. Las unidades superiores de la Formación Cerro Quema contienen rocas de erupciones de domos de lavas submarinas que se infiere actuaron como barreras para controlar los patrones de sedimentos marinos y volcanoclásticos.

La Formación del Cretáceo Paleogénico Tardío Rio Quema esta debajo de la Formación Tonasi. Estudios de Kolarsky y Mann (1995) dividieron la Formacion Tonasi en unidades superior e inferior, con la unidad inferior constituida por unidades marinas sedimentarias superficiales; y la unidad superior compuesta de areniscas, limolitas y sedimentos calcáreos depositados en las profundidades del océano. La Formación Tonasi parece haber sido depositada hace 40 a 15 millones de años (Periodo Paleogénico Tardía al Neogénico Intermedio). Kolarsky y Mann (1995) mapearon las rocas horizontales de la Formación Tonasi a lo largo de la costa suroriental de la Península Azuero. Pequeños afloramientos de la Formación Tonasi afloran al sur y dentro del componente del Proyecto Cerro Quema.

Los depósitos del Periodo Cuaternario y Neogénico Tardío (15 millones de años al presente) están generalmente ausentes dentro del área de Cerro Quema. Depósitos aislados de sedimentos aluviales del aparentemente Holoceno están preservados dentro y sobre terrazas que rodean el Rio Quema y sus tributarios. Cerca de la costa del Pacifico se observan grandes planicies aluviales que están preservadas y rodeando los canales actuales de los principales ríos. Estos depósitos aluviales están encima de un

aluvial Cuartenario de espesor desconocido. Las terrazas aluviales superiores no están generalmente presentes en los valles de los principales ríos. Las terrazas marinas parecen no preservadas a lo largo de la costa de la Península Azuero, a pesar de que estudios detallados revelarían depósitos marinos del Neógeno sobre los basamentos rocosos volcánicos.

Cerca de la costa del Pacifico, extensas planicies aluviales están preservadas rodeando los actuales canales de la estructura regional.

La principal estructura geológica en la Península Azuero es la falla Azuero-Sona con rumbo noroeste-sureste. Esta falla separa dos diferentes basamentos (Kolarsky y Mann 1995). Rocas en el lado suroccidental de la falla son flujos basálticos masivos y lavas con interestratigrafías de sedimentos volcanoclásticos. Los basamentos rocosos en el noreste de la falla son arcos de isla volcánica basáltica, andesitica y dacitica con interestratigrafías de sedimentos volcanoclásticos. Sedimentos horizontales de la Formación Tonasi se encuentran sobre el basamento rocoso en algunas ubicaciones, en especial al noreste de la falla Azuero-Sona y en la costa sureste de la Península Azuero

Los afloramientos de falla observados por Kolarsky y Mann (1995) en las partes superior e inferior de la formación Tonasi indican una orientación predominantemente noroccidental-suroriental para los posteriores 20 millones de años de máxima extensión.

2.3 Sismos Históricos

Un registro detallado de los sismos históricos en la región de Panamá se encuentra en Golder (2014) que incluye un análisis de los registros sísmicos históricos dentro de los 150 km del sitio del Proyecto Cerro Quema. En Golder (2014) se incluye una tabla resumen con la ubicación de los principales sismos históricos (**M** ≥ 6), magnitudes y distancias relativas al sitio del Proyecto Cerro Quema desde inicios del siglo XIX hasta el presente.

Para este estudio, hemos expandido nuestro alcance para incluir sismos dentro de los 300 km del sitio del Proyecto Cerro Quema. La Tabla 1 muestra los registros de 30 sismos con **M** ≥ 6 registrados desde inicios del siglo XVII. Los epicentros sísmicos se muestran en la Figura 1.

3.0 MODELO SISMOTECTONICO ESPECIFICO DE SITIO

La caracterización del modelo sismotectónico es muy importante en la evaluación del peligro sísmico. El modelo sismotectónico representa las características sísmicas de las principales regiones tectónicas que contribuyen al peligro sísmico. En el modelo se definen todas las fuentes activas y potencialmente activas que puedan contribuir al movimiento sísmico en el sitio. Fuentes activas son todas aquellas asociadas a áreas de ruptura producidas por eventos históricos importantes. Fuentes potencialmente activas son aquellas en las cuales existe evidencia de movimiento sísmico durante la época del Holoceno (los últimos 11,700 años). El modelo sismotectónico está definido en función de la ubicación, geometría, tipo de falla, máximas magnitudes, probabilidad de existencia, razones de recurrencia sísmica y razones promedio de desplazamiento.

El modelo sísmico desarrollado para el sitio del Proyecto Cerro Quema incluye ocho fuentes areales, cinco fallas superficiales y dos fuentes asociadas a la zona de subducción de interfase. Las fuentes superficiales fueron desarrolladas basadas en un reconocimiento de terreno y fotos áreas; así como de la revisión de los más recientes estudios y mapas geológicos. Las fuentes areales fueron desarrolladas basadas en patrones observados de registros sísmicos y de un entendimiento de la geología y el marco tectónico de la región. Las fuentes de subducción de interfase fueron desarrolladas principalmente basadas en el Global Earthquake Model (GEM) de Berryman et al. (2013). La Figura 4 muestra las fuentes sísmicas usadas en este estudio, incluyendo las fuentes areales, las fallas sísmicas y las fuentes de subducción de interface. Los detalles de la caracterización de estas fuentes sísmicas específicas de sitio se presentan a continuación.

3.1 Desarrollo del Catálogo Sísmico del Proyecto

El desarrollo de un EPPS específico de sitio para el sitio del Proyecto Cerro Quema requiere un entendimiento comprensivo de la distribución espacial y temporal de sismos históricos para los alrededores de la región. Debido a esto se desarrolló un catálogo específico de sitio para evaluar la apropiabilidad e incertidumbre en la razón de ocurrencia de sismos. En esta sección describimos los catálogos sísmicos y los procedimientos de procesamiento de datos usados para desarrollar el catálogo de Golder.

3.1.1 Compilación del Catálogo Sísmico de Golder

Se preparó un catálogo sísmico para el sitio del Proyecto Cerro Quema a partir de catálogos sísmicos globales muy conocidos en la comunidad científica, que incluyen:

- ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900-2009) con sismos moderados a grandes (magnitudes 5.5 y mayores) (http://www.globalquakemodel.org/what/ seismic-hazard/instrumental-catalogue/);
- ISC Global Historical Earthquake Catalogue (1000-1903) con sismos historicos importantes (magnitudes 7 y mayores) (http://www.globalquakemodel.org/what/seismic-hazard/historical-catalogue/); y
- ISC Bulletin desarrollado y mantenido por the International Seismological Centre (ISC) (http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/). ISC Bulletin contiene datos desde 1904 hasta el día presente.

Los hipocentros sísmicos fueron adquiridos para una región con longitud 90°W a 70°W y para una latitud 17°N a 3°S. El catalogo compilado fue adicionalmente procesado para remover eventos duplicados, réplicas y premonitores como se describe en las siguientes subsecciones:

3.1.2 Procesamiento de Datos Sísmicos

Luego de combinar los registros sísmicos se usaron procedimientos tanto manuales como automáticos para remover y eliminar eventos duplicados en el catálogo combinado. Para eliminar los eventos duplicados, se hizo un ranking de los tres catálogos de tal manera que si se encontraban eventos duplicados, el evento del catálogo con el menor ranking es eliminado. El ranking final para establecer la prioridad en el proceso de eliminación se muestra en la Sección 3.1.1. El catálogo ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue tuvo el más alto rango.

El desarrollo de un catálogo único para el proyecto requiere también que cada sismo sea medido con una única escala de magnitud. La escala magnitud momento (**M**) se eligió como la escala base debido a que es la escala que más se usa en la práctica sismológica actual. Para este estudio, a cada evento sísmico en el catálogo del proyecto se le asignó un valor **M**. El valor de M asignado está directamente reportado en el catálogo usado.

En este informe, el catalogo sísmico resultante sin eventos repetidos y con una sola escala de magnitud se refiere como el catálogo completo de Golder (catálogo del proyecto). El catálogo del proyecto (latitud 17° norte a 3° sur y desde longitud 90° a 70° oeste) contiene 46,093 eventos con **M** mayores o iguales a 3.0. Los registros sísmicos se extienden por alrededor de 475 años desde el 24 de Noviembre, 1539 al 13 de Febrero del 2014.

La Figura 2 muestra las distribuciones de parámetros sísmicos en el catálogo del proyecto por magnitud y año de ocurrencia. Como se muestra, los sismos dentro de los 50 km del Cerro Quema son en su mayoría menores a **M** 5.0. Solo hay tres sismos históricos con magnitudes mayores a **M** 5.0. El sismo más grande es un evento **M** 5.9. Hay un significativo incremento en la ocurrencia de sismos a distancias mayores a 100 km del sitio del proyecto. No se han registrado eventos con **M** 8.0 o mayores dentro de los 500 km del sitio del proyecto. El aparente incremento en la frecuencia de ocurrencia de sismos desde 1960 hasta la actualidad este probablemente asociada a la instalación de instrumentos sísmicos modernos en 1964.

3.1.3 Depuración del Catálogo Sísmico del Proyecto

La metodología para determinar el peligro sísmico está basada en asumir que los eventos sísmicos son independientes y siguen el proceso de Poisson. Debido a esto, el catálogo usado para determinar la futura actividad sísmica debe estar libre de eventos sísmicos que son consecuencia del evento sísmico principal (replicas y premonitores). Con esta finalidad, el catálogo del proyecto fue depurado usando el algoritmo de Gardner and Knopoff (1974) luego de convertir todos los eventos a una sola escala de magnitud. El propósito del proceso de depurado es eliminar todas las réplicas y premonitores del catálogo completo del proyecto.

El catalogo depurado que resulto del proceso de eliminación de réplicas y premonitores contiene 4,585 eventos ($M \geq 3.0$). La Figura 3 muestra la densidad sísmica (número de epicentros por unidad de área)

para el catalogo del proyecto y el catalogo depurado. Como se esperaba, el catalogo depurado parece estar compuesto por nidos sísmicos menos densos, mientras que ambos catálogos (completo y depurado) muestran un patrón de distribución espacial sísmica muy similar. En par con el marco tectónico y geológico, los patrones de distribución espacial observados del catálogo sirvieron para definir las fuentes sísmicas areales.

3.2 Descripción de las Fuentes Sísmicas

En esta sección se describe las fuentes sísmicas usadas en este estudio para estimar los movimientos sísmicos de terreno en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Tanto la estructura y deformación tectónica durante el Cuaternario, así como la distribución sísmica histórica son los dos elementos principales usados en la caracterización de las fuentes sísmicas.

3.2.1 Fallas Superficiales de Corteza

En este estudio se identificaron cinco (5) fallas o segmentos de falla cuyas distancias más cercanas al sitio de Cerro Quema son menores a 60 km. Las principales características de estas fallas se muestran en la Tabla 2. Los parámetros de entrada de las fallas se muestran en la Tabla 3. La identificación y desarrollo de los parámetros de entrada para estas fallas actualizan los presentados en Golder (2014). La falla mapeada del Rio Joaquín en el sitio del proyecto no está incluida como una fuente sísmica debido a que esta no satisface los criterios actualmente aceptados para categorizar una falla sísmica como activa (Apéndice A).

3.2.2 Fuentes Areales de Corteza

Las fuentes areales de corteza se desarrollaron principalmente basadas en el marco tectónico y geológico regional, así como en los patrones sísmicos observados. Las características de las fuentes areales se muestran en la Tabla 4. El sitio Cerro Quema está ubicado en el Cinturón Deformado del Sur de Panamá y se espera que este sea el principal contribuyente a los movimientos sísmicos de terreno en el sitio del proyecto (Sección 4.2).

3.2.3 Fuentes de Subducción

Dos fuentes de subducción se consideraron este estudio. Las fuentes están dentro de los 300 km del sitio del proyecto Cerro Quema y son la fuente de subducción Trinchera Americana Central (MATS) y la Placa de Nazca (NPS). La geometría y los principales parámetros para las fuentes MATS y NPS fueron ajustadas del estudio GEM de Berryman et al. (2013). En este estudio se ha caracterizado las fuentes de subducción a nivel mundial usando un procedimiento consistente para todas ellas. Los principales parámetros se muestran en la Tabla 4.

MATS es una sección de la Trinchera Americana Central donde la Placa de Cocos subduce debajo de la Placa del Caribe en dirección nororiental a una velocidad relativa promedio de 80 mm/año (Placa del Caribe fija) a lo largo de la sección oriental de MATS, y a una velocidad de 71 mm/año a lo largo de la sección occidental. Este movimiento relativo de placas se acomoda a través de grandes sismos a lo largo de la zona de interfase de estas placas desde profundidades que se extienden justo por debajo de la zona de interfase hasta profundidades de 40 km.

Estudios sismológicos indican que la fuente MATS produce sismos de **M** 6-7.5 de manera regular aproximadamente cada década (Berryman et al. 2013). El sismo de subducción más grande en la fuente MATS tuvo una **M** 7.7 y ocurrió en 1950. Modelamientos de mediciones GPS (e.g. LaFemina et al. 2009) indican que el acoplamiento sísmico promedio es de 0.5. Este coeficiente de acoplamiento indica que solo la mitad de la convergencia de placas se acomoda a través de movimientos sísmicos. Por lo tanto, las velocidades relativas entre las placas se reducen en 50% para conducir a las razones de desplazamiento inferido y la razón de generación de sismos en la zona de interfase de las placas.

La fuente NOS se extiende por 1,200 km desde el noroeste Colombiano hasta el suroeste del Ecuador. La Placa de Nazca subduce debajo de la Placa de América del Sur a una velocidad relativa promedio de 53 mm/año (Placa América del Sur fija) a lo largo de la sección norte y 61 mm/año a lo largo de la sección sur. El sismo más grande conocido en este segmento tuvo M 8.8 y ocurrió en 1906. Este sismo produjo una longitud de ruptura de 600 km a lo largo de la interfase de la placa. Berryman et al. (2013) asumieron que la interfase de la Placa de Nazca y América del Sur tiene un coeficiente de acoplamiento alto de 0.8 debido a la alta razón de sismicidad del segmento.

3.3 Recurrencia Sísmica

Los parámetros de las fuentes sísmicas requeridos para estimar los movimientos sísmicos de terreno específicos para el sitio del proyecto Cerro Quema incluyen:

- Razones de actividad sísmica basadas en el análisis de registros sísmicos históricos, velocidad de convergencia de placas, razones de desplazamiento de fallas, y/o intervalos de recurrencia sísmica.
- Estimaciones de la magnitud sísmica máxima para cada fuente sísmica basadas en los sismos históricos más grandes y/o relaciones empíricas entre la longitud de falla, desplazamiento máximo o promedio de un evento sísmico y la magnitud sísmica. (e.g. Stirling et al. 2013).
- Modelos de recurrencia sísmica (exponencial, exponencial truncado o característico).
- Distancia de la Fuente o plano de ruptura de la falla al sitio.
- Profundidad del foco sísmico.

Los principales parámetros de las fallas sísmicas, fuentes areales y de subducción usadas en el estudio de peligro sísmico especifico de sitio para el Proyecto Cerro Quema se muestran en las Tablas 3 y 5. Las siguientes secciones muestran el proceso usado para estimar estos parámetros:

3.3.1 Estimación de Parámetros de Recurrencia Sísmica

Los registros sísmicos en el catálogo depurado del Proyecto se evaluaron para observar si estos estaban completos. Para esto las magnitudes sísmicas se agruparon en intervalos de diferentes magnitudes. Luego se siguió el proceso recomendado por Mulargia y Tinti (1985). La Figura 6 muestra este proceso para la fuente sísmica SPDB.

Para este estudio se utiliza el modelo de recurrencia truncado de Gutenberg–Richter (modelo G-R) para caracterizar las fuentes areales de corteza superficial y las fuentes de subducción. El modelo G-R se eso para modelar la recurrencia sísmica histórica. Los parámetros para el modelo G-R se estimaron usando el método descrito por Weichert (1980) para la mayoría de fuentes areales. Además, se adoptaron los valores de b y razones de desplazamiento de fallas del estudio GEM para las fuentes de subducción de interfase.

El valor estimado óptimo de b y la razón de actividad sísmica para SPDB se muestran en la Figura 7. Además de nuestra mejor estimación del valor de b y razón de actividad sísmica, las líneas discontinuas en la Figura 7 muestran estimados inferiores y superiores de recurrencia sísmica. Los valores inferiores y superiores del b representan nuestra mejor estimación más y menos una desviación estándar. La desviación estándar del valor de b es relativamente corta debido a que existe una cantidad razonable de eventos sísmicos históricos en la fuente SPDB. Las correspondientes razones de actividad sísmica se calcularon al sumar o substraer una desviación estándar a la mejor estimación de la razón de actividad sísmica para la magnitud mínima usada en el método de Weichert (1980).

Para caracterizar la recurrencia de eventos sísmicos en las cinco fallas sísmicas se usó el modelo característico. En este modelo, usamos el valor de b y el promedio de la razón de desplazamiento de fallas para caracterizar el comportamiento de recurrencia sísmica en estas. El valor de b que se asumió fue de 0.8, valor típico para las fallas de corteza superficial. Las razones de desplazamiento se estimaron basadas en nuestra evaluación de la geología regional (Golder 2014) y en los trabajos de reconocimiento de campo (Apéndice A).

3.3.2 Magnitud Máxima

La magnitud máxima para las fallas sísmicas se estimó a través del relaciones de escalamiento recomendadas por Stirling et al. (2013). Las estimaciones de magnitud momento (**M**) usadas en nuestro modelo corresponden a nuestras mejores y preferidas estimaciones. Las magnitudes máximas para las fuentes areales se adoptaron usualmente del estudio de Benito et al. (2012). Sin embargo, se hicieron los ajustes necesarios para las fuentes areales donde las magnitudes máximas registradas históricamente fueron mayores a la magnitud máxima establecida por Benito et al. (2012). La magnitud máxima para la fuente SPDB se limitó a **M** 6.8 para evitar repetir dos veces los eventos grandes.

3.3.3 Magnitud Mínima

La magnitud mínima típica usada en estudios de peligro sísmico similares a este está en rangos de M 4.0 a **M** 5.0 (e.g. Bozzoni et al. 2011; Brown and Gibson 2004; Petersen et al. 2008; Stucchi et al. 2011). Para este estudio se usó una magnitud M 4.5 como como magnitud mínima – similar a Benito et al. (2012). El uso de magnitudes mínimas menores a **M** 4.5 son consideradas de poca o no importancia ingenieril debido a que estas no desarrollan movimientos sísmicos severos de larga duración.

3.3.4 Profundidad del Foco Sísmico

La distribución de profundidades sismogénicas de los sismos históricos se muestra en la Figura 5. Esta figura muestra que la mayoría de eventos sísmicos en las fuentes areales ocurren a una profundidad de 10 a 33 km. Para este estudio se asumió una profundidad de 10 km para las fuentes areales. El límite del buzamiento de la ruptura sísmica en la fuente de subducción de interfase se asumió en 7.5 km para MATS y 8.0 km para NPS (Berryman et al. 2013). El límite inferior se estableció en 25 km y 50 km,

respectivamente. Estos límites fueron recomendados por Berryman et al. (2013). Para las fallas sísmicas se asumió una profundidad sismogénica de 15 km.

4.0 ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO ESPECIFICO DE SITIO

Esta sección presenta el marco teórico de los análisis probabilísticos y determinísticos de peligro sísmico para el sitio del Proyecto Cerro Quema. La Figura 8 es un resumen de los principales pasos usados en este estudio específico de sitio, que incluyen la naturaleza de los modelos de entrada y la metodología usada.

4.1 Métodos de Análisis de Peligro Sísmico

4.1.1 Análisis Probabilístico de Peligro Sísmico (APPS)

El análisis probabilístico de peligro sísmico estima la probabilidad de que algún movimiento sísmico sea excedido en un intervalo de tiempo. Esta probabilidad de excedencia es evaluada basada en intervalos de recurrencia sísmica, distancia del sitio a la fuente, y atenuación del movimiento sísmico con la distancia. El APPS considera tanto la variabilidad aleatoria como la incertidumbre epistémica. La variabilidad aleatoria describe la aleatoriedad natural en un proceso, como la ocurrencia de un sismo, y la incertidumbre epistémica en la incertidumbre científica en los modelos que describen procesos naturales, usualmente debido a las limitaciones en mediciones y datos en un proceso natural. Una de las principales ventajas del APPS es que esta puede incorporar comprensivamente y cuantificar las incertidumbres epistémicas.

4.1.2 Análisis Determinístico de Peligro Sísmico (ADPS)

El ADPS emplea datos geológicos y sísmicos históricos disponibles para generar estimaciones discretas, de valor único, sobre los parámetros sísmicos en el sitio. Generalmente, se especifican uno o mas sismos en función de su magnitud y ubicación con respecto al sitio de análisis. El ADPS usa el concepto del sismo máximo creíble (SMC). El SMC es el sismo de mayor magnitud considerado que parece posible a lo largo de la falla reconocida, o dentro de una provincia tectónica definida geográficamente, dentro de un marco tectónico supuesto o conocido (ICOLD 2010). En el ADPS no es relevante la definición del intervalo de recurrencia del sismo máximo asociado a la fuente, el cual puede variar de menos de cien a más de diez mil años, dependiendo del ambiente geológico en consideración.

4.2 Relaciones de Predicción del Movimiento Sísmico

Las relaciones de predicción del movimiento sísmico (GMPE, de sus siglas en inglés) son un componente importante en los análisis de peligro sísmico. Las GMPE proveen estimaciones de movimientos sísmicos (como la aceleración máxima de terreno y aceleraciones espectrales) como funciones del estilo de la falla sísmica, la magnitud sísmica, la distancia de la fuente al sitio y/o condiciones de suelo. Las GMPE que se usaron en este estudio se seleccionaron en la base de que las condiciones tectónicas y geológicas del sitio del Proyecto Cerro Quema son similares a las regiones donde los sismos fueron registrados y se desarrollaron las GMPE. La Tabla 6 muestra las GMPE para las fuentes areales, de falla y subducción, así como su respectiva ponderación en el modelo sísmico.

Para la atenuación del movimiento sísmico y aceleraciones espectrales para las fallas y fuentes areales de corteza, se utilizaron cuatro relaciones de atenuación de "Siguiente Generación" (Next Generation Attenuation, NGA) publicadas por el Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) en el 2008. Las relaciones usadas son las desarrolladas por Abrahamson y Silva (2008), Chiou & Youngs

(2008), Boore & Atkinson (2008) y su modificación para eventos pequeños y medianos (Atkinson and Boore 2011), y Campbell & Bozorgnia (2008).

Cada modelo fue usado con ponderaciones similares. Los modelos NGA se desarrollaron para regiones tectónicas activas principalmente basadas en movimientos sísmicos severos registrados en límites de placa activos principalmente en California, USA. Estos modelos fueron desarrollados usando un proceso sistemático con registros de movimiento sísmicos severos de alta calidad, considerando las condiciones de suelo y los efectos de saturación a cortas distancias. Los modelos NGA se han empleado globalmente para modelar la atenuación del movimiento sísmico con la distancia gatilladas por fallas sísmicas tanto en evaluaciones probabilísticas como determinísticas del peligro sísmico.

Para las fuentes de subducción de interfase, se utilizó tres alternativas de GMPE, Abrahamson et al. (2012), Atkinson and Boore (2003) and Zhao et al. (2006). Estas GMPE fueron desarrolladas específicamente para considerar la atenuación de movimientos símicos debido a sismos que ocurren en los límites de placas de subducción. Muchas de estas GMPE fueron evaluadas por Beauval et al. (2012) tanto para sismos de interfase como de intraplaca y con magnitudes M 6.0 o mayores. Los resultados de la evaluación muestran que tres GMPE seleccionadas para este estudio predicen adecuadamente bien los movimientos sísmicos registrados en las regiones del Centro y Sur América. Estas GMPE fueron además recomendadas por Stewart et al. (2013) para evaluaciones de peligro sísmico globales debido a que están basadas en una amplia base de datos, consideran atributos apropiados para el escalamiento en la magnitud y distancia y producen diferentes tendencias de atenuación con la distancia, por lo que representan un tratamiento adecuado de la incertidumbre epistémica en las predicciones de movimiento sísmico.

4.3 Análisis de Arboles Lógicos

Los análisis de árboles lógicos se usaron para tener en cuenta las incertidumbres epistémicas en términos de ubicación, magnitud y mecanismos de sismos. La incertidumbre epistémica es la incertidumbre científica en el modelo simplificado de un proceso y parametrizada por modelos alternativos (Abrahamson 2006, 2009). Nuestros análisis de sensibilidad muestran que los análisis de peligro sísmico en el sitio del Proyecto Cerro Quema son más sensibles a los parámetros descritos a continuación. Todos estos parámetros se incorporaron en el árbol lógico mostrado en la Figura 9, y en las Tablas 3 y 5.

- **Ecuaciones de Predicción del Movimiento Sísmico (GMPE)**
  Las cuatro relaciones NGA se usaron con ponderaciones iguales para incorporar la incertidumbre epistémica en la predicción del movimiento sísmico para fuentes areales y fallas sísmicas. Para las GMPE de subducción se usaron tres alternativas. La Tabla 6 muestra el resumen de la GMPE y sus ponderaciones.

- **Parámetros de Recurrencia Sísmica**
  Los movimientos sísmicos en el sitio del proyecto son sensibles a los parámetros de recurrencia, que incluyen el parámetro b y la razón de actividad sísmica. Valores de b alternativos se estimaron e incluyeron al añadir o sustraer una desviación estándar a la mejor estimación usada en el método de Weichert. Se aplicó un peso de 0.6 a los

parámetros de mejor estimación y una ponderación de 0.2 para cada par de recurrencia correspondiente al límite superior e inferior del valor de b.

- **Razón de Movimiento de Falla**
  Las mejores estimaciones de las razones de movimiento para las fallas consideradas en este estudio se muestran en la Tabla 3. Se asignó una razón de movimiento superior e inferior con sus asociados parámetros.

- **Magnitud Máxima**
  Para las fuentes areales y fallas sísmicas se incluyeron valores alternativos de magnitud máxima. Para la mejor estimación se dio una ponderación de 0.6; mientras que para los límites inferiores y superiores se usaron pesos de 0.3 y 0.1, respectivamente.

Debido a que la contribución de las fuentes sísmicas de subducción de interfase al movimiento sísmico en el sitio del Proyecto Cerro Quema es mínima, solo se implementaron las ramas del árbol lógico para los parámetros de recurrencia sísmica y magnitud máxima. Por lo que para las fuentes de subducción de interfase solo se usaron valores asociados a nuestras mejores estimaciones.

5.0 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO

Los resultados del análisis de peligro sísmico especifico de sitio para el Proyecto Cerro Quema reportados en este trabajo se obtuvieron a través del software EZ-FRISK v 7.62 (Risk Engineering, Inc. 2011). Los resultados son para un sitio con condiciones similares a roca fracturada o suelo rígido (Sitio Clase en el límite entre B/C del International Building Code – 2009 IBC). El Sitio Clase B/C se define como un sitio con velocidades de ondas de corte para los 30 m superiores de una columna de suelo (Vs30) de alrededor de 760 m/s.

Los resultados del análisis de peligro sísmico especifico de sitio se presentan y discuten es esta sección. Los análisis fueron realizados para las aceleraciones horizontales máximas de terreno y aceleraciones espectrales con 5% de amortiguamiento.

5.1 Curvas de Peligro Sísmico Promedio

Las curvas de peligro sísmico promedio para la aceleración máxima, y aceleraciones espectrales asociadas a 0.2 y 1 segundo para un Sitio Clase B/C se muestran en la Figura 10. Las curvas de peligro sísmico ilustran la variación de aceleración máxima y aceleraciones espectrales en función de la probabilidad anual de excedencia (su inversa es el periodo de retorno). La Figura 10 muestra el peligro sísmico para periodos de retorno desde 20 a 5,000 años. En particular, los valores de aceleración máxima para un Sitio Clase B/C son 0.238, 0.311 y 0.422g, respectivamente, para periodos de retorno de 475, 975 y 2,475 años.

5.2 Espectro de Aceleraciones Espectrales con 5% de Amortiguamiento

El análisis y diseño sísmico de estructuras ingenieriles requiere espectros de peligro sísmico uniforme específicos de sitio (UHRS, de siglas en ingles). El espectro de aceleraciones espectrales se describe como de peligro uniforme (o igual) debido a que cada valor de aceleración espectral del espectro de respuesta tiene el mismo periodo de retorno; es decir, que los movimientos sísmicos tienen la misma probabilidad de excedencia en cualquier periodo estructural (Abrahamson 2006). Estos espectros sísmicos presentan respuesta de aceleraciones para un rango de periodos estructurales de interés ingenieril.

La Figura 11 muestra el espectro sísmico de peligro uniforme con 5% de amortiguamiento con periodos de retorno de 475, 975 y 2,475 años para suelos Sitio Clase B/C; y para la aceleración máxima y para periodos estructurales hasta 10 segundos. En este trabajo la aceleración máxima corresponde a un periodo estructural de 0.01 segundos. La Tabla 7 muestra las aceleraciones espectrales para periodos de retorno de 475, 975 y 2,475 años y para un suelo Sitio Clase B/C.

5.3 Desagregación del Peligro Sísmico por Magnitud, Distancia y Épsilon

Además de las curvas de peligro sísmico que muestran el efecto combinado de la magnitud sísmica y la distancia de la fuente sísmica al sitio en la probabilidad de excedencia de algún valor de aceleración, se presentan la desagregación del peligro sísmico por magnitud, distancia y épsilon. La desagregación calcula la contribución fraccionada de combinaciones de magnitud y distancia al peligro total. Los resultados de la desagregación se usan para identificar los sismos que más contribuyen al peligro sísmico estimado probabilísticamente. Los procedimientos de desagregación indican que las magnitudes sísmicas asociadas a estos sismos o fuentes sísmicas que producen el movimiento sísmico

calculado en el sitio (Abrahamson 2006). La Tabla 8 muestra valores promedio de magnitud, distancia y épsilon que contribuyen a movimientos sísmicos de especial interés.

Los resultados de la desagregación se presentan como pares bidimensionales de magnitud y distancia. Estos pares definen el rango sobre el cual la contribución al peligro es calculada. Por ejemplo, el par magnitud-distancia representa la contribución al peligro sísmico de eventos con magnitudes entre **M** 5.0 y **M** 6.0 a distancias entre 0 y 50 km desde el sitio del proyecto.

La variación de los resultados de desagregación para periodos de retorno de 475 y 2,475 años se muestra en la Figura 12 para la aceleración máxima y aceleraciones espectrales de 0.2 y 1 segundo, y para suelo Sitio Clase B/C. Los resultados de desagregación (panel superior) muestran que la mayor contribución a la aceleración máxima asociada a 475 años son eventos sísmicos con **M** < 7.0 dentro de los 40 km del sitio del proyecto.

Sismos grandes en fallas sísmicas contribuyen en mayor proporción a los movimientos sísmicos con grandes periodos de retorno y periodos estructurales largos. Los picos en la Figura 12(a1) a una distancia de alrededor de 20 y 60 km corresponden a la contribución proveniente de las fallas sísmicas. El pico en la Figura 12(a3) con magnitud 7.6 y a una distancia de alrededor de 60 km representa la contribución de sismos grandes (**M** 7.5 a **M** 7.7) provenientes de la Falla del Sur de Panamá. Los resultados de la desagregación para periodos de retorno de 2,475 años (paneles inferiores), en general, muestran tendencias similares a pesar de que el peligro sísmico parece que es dominado por sismos ligeramente grandes con distancias cortas.

La Figura 13 muestra la desagregación por épsilon (ε, número de desviaciones estándares en espacio logarítmico por las que el logaritmo del movimiento sísmico varia del valor medio) para la aceleración máxima y aceleraciones espectrales asociadas a 0.2 y 1 segundo con periodos de retorno de 475 y 2,475 años para un sitio Clase B/C. Las desagregaciones se efectuaron considerando todas las fuentes sísmicas incluidas en el análisis. Estas figuras muestran que la aceleración máxima, y aceleraciones espectrales con 5% de amortiguamiento para 0.2 y 1.0 segundos son en general mayores al valor medio de los movimientos sísmicos producidos por todas las combinaciones de magnitud y distancia usadas en el análisis (ε>0). Los resultados de la desagregación se muestran en la Tabla 8.

5.4 Contribución al Peligro Sísmico por Fuentes Sísmicas

La Figura 14 muestra la contribución a la aceleración máxima, aceleraciones espectrales para 0.2 y 1 segundo para todas las fuentes sísmicas y para periodos de 475 y 2,475 años. El principal contribuyente a la aceleración máxima y las aceleraciones espectrales con periodo de 0.2 segundos es la fuente sísmica SPDB (Figura 4) sobre la cual se ubica el sitio del Proyecto Cerro Quema. Las fallas sísmicas son las que más contribuyen a los movimientos sísmicos asociados a las aceleraciones espectrales con 1 segundo.

5.5 Resultados Análisis Determinístico Peligro Sísmico

Los espectros sísmicos determinísticos calculados para un sitio Clase B/C para potenciales escenarios del SMC – sismos característicos de fallas conocidas mostrados en la Tabla 3. Para cada falla sísmica se estimaron valores ponderados promedio del 84% percentil (i.e. media + 1 desviación estándar) de las

aceleraciones espectrales provenientes de cuatro relaciones de predicción del movimiento del terreno (cuatro NGA GMPEs). Luego se estimó la envolvente para el espectro determinístico (84% percentil).

La Tabla 9 muestra el espectro sísmico determinístico (envolvente) para distintos periodos estructurales que van desde 0.01 a 10 segundos. El SMC que domina las aceleraciones espectrales asociadas a periodos estructurales de 0.5 segundos o menores es un evento con M 6.9 en la Falla PA-11b a 12 km del sitio del proyecto. El SMC para las aceleraciones espectrales asociadas a periodos estructurales largos (mayores o iguales a 0.75 segundos) es un evento grande de M 8.0 en la Falla PA-11a (Falla Azuero-Soná) a 18 km del sitio del proyecto. La aceleración máxima de terreno estimada para el SMC (84% percentil) es 0.383.

5.6 Espectro Sísmico de Diseño según ASCE 7-05

Entendemos que los diseños estructurales en el sitio del Proyecto Cerro Quema seguirán lo estipulado en los códigos 2009 International Building Code (IBC) y el American Society of Civil Engineers (ASCE) 7-05. En estas líneas, se han estimado movimientos sísmicos de terreno siguiendo los procedimientos establecidos en el Capítulo 21 del ASCE 7-05. El procedimiento del ASCE 7-05 define movimientos sísmicos para diseño basados en el espectro sísmico del sismo máximo considerado (MConE, de sus siglas en ingles). El espectro sísmico del MConE se desarrolla a través de aceleraciones espectrales asociadas a 0.2 segundos (S_S) y 1.0 segundo (S_1) con un 2% de probabilidad de excedencia en 50 años, o un periodo de retorno de 2,475 años. Los valores de S_S and S_1 se determinan de un análisis de peligro sísmico específico de sitio para un suelo Sitio Clase B/C – Vs30 de 760 m/s. Debido a que el sitio del Proyecto Cerro Quema esta encima de una capa delgada de suelo (< 2m) que se apoya en un estrato rocoso moderadamente meteorizado y freso, se estimó que el suelo Sitio Clase B según el ASCE-7 es apropiado para el sitio del proyecto. Por lo tanto, no se necesitan los factores de amplificación de suelo (*Fa* and *Fv*) requeridos para definir los valores de S_{MS} y S_{M1}. Es posible, sin embargo, que estos factores se necesiten en sitios en los que la profundidad a la roca excede los 2 m. El espectro sísmico del MConE luego se multiplica por 0.66 (dos tercios) para convertir los movimientos sísmicos del MConE a movimientos sísmicos de diseño (S_{DS} and S_{D1}). Luego se determina el espectro sísmico con 5% de amortiguamiento siguiendo los procedimientos del ASCE 7-05 en su Capítulo 11.

Para estudios de peligro sísmico específico de sitio (ASCE 7-05, Capítulo 21) existe además un requerimiento para comparar el espectro del MConE con el espectro del SMC calculado por métodos determinísticos. Este procedimiento requiere un espectro sísmico con 5% de amortiguamiento que es 150% de la media (50% percentil) del espectro obtenido del análisis determinístico (ADPS). Este espectro sísmico es luego comparado con el límite inferior del MconE con un Ss de 1.5 g y S1 de 0.6 g como se muestra en el Capítulo 21 del ASCE 7-05. Los mayores de estos valores espectrales se consideran para el espectro sísmico determinístico MConE. Finalmente, el espectro sísmico especifico de sitio para diseño se determina como dos tercios del mínimo entre el espectro determinístico MConE y el espectro probabilístico MConE (para cada periodo estructural). El espectro sísmico probabilístico MConE es el espectro sísmico con periodo de retorno de 2,475 años (Sección 5.5).

El espectro sísmico horizontal para diseño es el mayor del espectro sísmico desarrollado según el Capítulo 21 y el 80% del espectro de diseño según los procedimientos del ASCE 7-05 Capitulo 11. Las aceleraciones espectrales de diseño para algunos periodos estructurales se muestran en la Tabla 11.

5.6.1 Periodo de Transición a Periodos Largos

El procedimiento del ASCE 7-05 requiere el uso de un periodo de transición a periodos largos (T_L--en segundos) para el desarrollo del espectro sísmico de diseño. El ASCE 7-05 provee mapas con la distribución de T_L para los Estados Unidos, cuyos valores de T_L varían entre 4 y 16. Panamá no posee este tipo de mapas.

Recomendamos un T_L de 16 segundos para el sitio del Proyecto Cerro Quema. Nuestra recomendación se basa en la revisión de la distribución de periodos de transición para las regiones tectónicas del oeste de los Estados Unidos y Alaska, como se muestra en el ASCE 7-05, Capitulo 22. El peligro sísmico en estas regiones del oeste de los Estados Unidos está dominado por sismos frecuentes y de gran tamaño asociados a la zona de subducción del oeste de Norte América, incluyendo Alaska. Esta situación sismotectónica es muy similar a la del sur de Panamá. Por lo tanto, consideramos que un T_L de 16 segundos es recomendable para el sitio del Proyecto Cerro Quema.

5.7 Discusión

5.7.1 Comparación entre Sismicidad Observada y Predecida

La Figura 15 compara la sismicidad observada y predecida dentro de los 100, 300 y 500 km del sitio del Proyecto Cerro Quema. En la Figura 15, los puntos muestran la razón de actividad sísmica anual calculada en base al catálogo depurado; la línea continua representa la razón de actividad sísmica predecida para las fuentes areales o porciones de estas que están en las correspondientes regiones con sus correspondientes modelos de recurrencia; y la línea discontinua muestra la razón de actividad sísmica predecida tanto para las fuentes areales como para las fallas sísmicas. Como se muestra en la Figura 15, las razones de actividad sísmica predecidas son muy parecidas a las observadas debido a la actividad sísmica dentro de los 100 km del sitio del proyecto. Además, las razones de actividad sísmica predecidas son ligeramente mayores a las observadas para eventos sísmicos grandes a distancias mayores a los 100 km del sitio.

Consideramos que las razones de actividad ligeramente mayores para los sismos grandes a distancias mayores a 100 km son aceptables debido a que los resultados de desagregación del peligro sísmico (Sección 5.3 y Figura 12) indican que el peligro sísmico en el sitio del proyecto está controlado por sismos de moderada magnitud ubicados a distancias de 40 km del sitio del Proyecto Cerro Quema. Esta comparación confirma que nuestro modelo sísmico ha modelado apropiadamente y fielmente la ubicación y patrones de ocurrencia sísmica observados en los registros sísmicos históricos.

5.7.2 Comparación con el Estudio Regional del 2012

La Tabla 10 compara los valores promedio de aceleraciones máximas horizontales y aceleraciones espectrales con 1 segundo con periodos de retorno de 500 y 2,500 años con los valores obtenidos de un estudio de peligro sísmico para la Región de América Central (Benito et al. 2012). Como se muestra en la Tabla 10, el valor promedio de la aceleración máxima de este estudio es en general menor que el valor promedio reportado en Benito et al. (2012); mientras que el valor promedio de aceleración espectral para 1 segundo es muy similar con los del estudio regional.

Las diferencias en los valores de aceleración máxima probablemente se deban a diferencias en la caracterización del Cinturón Deformado del Sur de Panamá (SPDB en Figura 4) hechas por Benito et al

(2012) y las usadas en este estudio. La subducción oblicua de la Placa de Nazca debajo del Arco de Panamá produce fallamientos de rumbo y transpresionales subparalelos al margen de placa (e.g. Westbrook et al. 1995). Basados en el actual entendimiento del marco tectónico en esta región, consideramos que es conservador modelar la sismicidad intermedia y profunda del SPDB como fuentes sísmicas de interfase e intraplaca. En cambio, hemos modelado la SPDB como una fuente de corteza dominada por fallas reversas y de cabalgamiento.

Además, se espera que diferencias también resulten del uso de diferentes ecuaciones de predicción del movimiento sísmico (GMPE). Las cuatro NGA GMPE usadas en este estudio se consideran parte del actual estándar de la práctica para predecir movimientos sísmicos en regiones con márgenes tectónicos activos como Panamá. Por ejemplo, Frankel et al. (2010; 2011) aplicaron estos NGA GMPE para evaluar el peligro sísmico en Haití a lo largo del límite entre las Placas del Caribe y Norte América, donde el marco tectónico es similar al encontrado en Panamá.

6.0 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los registros sísmicos históricos y el marco tectónico regional dentro de los 500 km del sitio del Proyecto Cerro Quema fueron representados por un modelo sísmico específico de sitio que contiene ocho fuentes areales, cinco fuentes sísmicas y dos fuentes de subducción. Todas estas fuentes sísmicas contribuyen al movimiento sísmico de terreno en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Las fuentes areales y de corteza fueron desarrolladas basadas en la ubicación de sismos históricos y sus razones de ocurrencia, de la interpretación de modelos geológicos recientes y de resultados del trabajo de reconocimiento de campo de Golder (Apéndice A). El sitio del proyecto Cerro Quema está ubicado dentro de la fuente sísmica areal SPDB, definida en este estudio. Las dos fallas sísmicas mapeadas, la Falla Azuero-Soná y la Falla del Sur de Panamá, están a 18 y 57 km del sitio del Proyecto, respectivamente. Estas dos fallas o sus segmentos son capaces de generar sismos con grandes magnitudes (**M** 7.5 o mayores)

Consideramos que la Falla Rio Joaquín y otras fallas menores mapeadas en los alrededores del sitio del proyecto no representan peligro de ruptura superficial debido a que estas tiene poca o inexistente expresión topográficas, tienen continuidad lateral limitada y probablemente se hallan formado en un régimen tectónico diferente al actual (Apéndice A).

El estudio probabilístico de peligro sísmico se realizó para un suelo rígido/roca fracturada (Vs30 = 760 m/s). Los resultados del estudio indican que la aceleración máxima horizontal para un suelo Sitio Clase B es de 0.238 g y 0.422 g para periodos de retorno de 475 y 2,475 años, respectivamente. Las aceleraciones espectrales para 0.2 s y 1.0 s pueden ser usadas como valores S_S and S_1 para la aplicación del ASCE 7-05 con un periodo de transición (T_L) de 16 segundos. Estos valores indican un nivel moderado de peligro sísmico para el periodo de retorno de 2,475 años en el sitio del Proyecto Cerro Quema.

Los análisis de desagregación indican que la aceleración máxima y la aceleración espectral de 0.2 segundos para periodos de retorno de 475 y 2,475 años está controlada por sismos con M < 7 con distancias menores a 40 km del sitio. Los principales contribuyentes para la aceleración espectral de 1.0 segundo para periodos de retorno de 475 y 2,475 años son sismos grandes (**M** 7.5 a 7.7) en la Falla del Sur de Panamá, alrededor de 57 km al sur del sitio del Proyecto Cerro Quema.

Los resultados del análisis determinístico indican que el valor del 84% percentil es de 0.383 g para un sitio con suelo rígido/roca meteorizada. El SMC que domina las aceleraciones espectrales asociadas a periodos estructurales de 0.5 segundos o menores es un evento con **M** 6.9 a 12 km del sitio del proyecto. El SMC para las aceleraciones espectrales asociadas a periodos estructurales largos (mayores o iguales a 0.75 segundos) es un evento grande de **M** 8.0 en la Falla Azuero-Soná) a 18 km del sitio del proyecto.

La comparación entre los resultados de este estudio específico de sitio y los que se reportaron en un estudio sísmico regional para América Central desarrollado por Benito et al. (2012) indican valores similares con valores del límite inferior de las aceleraciones espectrales de 1.0 segundo para periodos de retorno de 500 a 2,500 años. Estimaciones para valores de la aceleración máxima son generalmente menores en este estudio que las reportadas por Benito et al. (2012). Atribuimos nuestros menores valores a un modelamiento más realista de la fuente SPDB, que fue modelada como una fuente de corteza y no como una fuente de subducción.

7.0 IMPORTANT INFORMATION AND LIMITATIONS OF THIS REPORT

Standard of Care: Golder has prepared this report in a manner consistent with that level of care and skill ordinarily exercised by members of the engineering and science professions currently practicing under similar conditions in the jurisdiction in which the services are provided, subject to the time limits and physical constraints applicable to this report. No other warranty, expressed or implied is made.

Basis and Use of the Report: This report has been prepared for the specific site, design objective, development and purpose described to Golder by the Client. The factual data, interpretations and recommendations pertain to a specific project as described in this report and are not applicable to any other project or site location. Any change of site conditions, purpose, development plans or if the project is not initiated within eighteen months of the date of the report may alter the validity of the report. Golder cannot be responsible for use of this report, or portions thereof, unless Golder is requested to review and, if necessary, revise the report.

The information, recommendations and opinions expressed in this report are for the sole benefit of the Client. No other party may use or rely on this report or any portion thereof without Golder's express written consent. If the report was prepared to be included for a specific permit application process, then upon the reasonable request of the client, Golder may authorize in writing the use of this report by the regulatory agency as an Approved User for the specific and identified purpose of the applicable permit review process. Any other use of this report by others is prohibited and is without responsibility to Golder. The report, all plans, data, drawings and other documents as well as all electronic media prepared by Golder are considered its professional work product and shall remain the copyright property of Golder, who authorizes only the Client and Approved Users to make copies of the report, but only in such quantities as are reasonably necessary for the use of the report by those parties. The Client and Approved Users may not give, lend, sell, or otherwise make available the report or any portion thereof to any other party without the express written permission of Golder. The Client acknowledges that electronic media is susceptible to unauthorized modification, deterioration and incompatibility and therefore the Client cannot rely upon the electronic media versions of Golder's report or other work products.

The report is of a summary nature and is not intended to stand alone without reference to the instructions given to Golder by the Client, communications between Golder and the Client, and to any other reports prepared by Golder for the Client relative to the specific site described in the report. In order to properly understand the suggestions, recommendations and opinions expressed in this report, reference must be made to the whole of the report. Golder cannot be responsible for use of portions of the report without reference to the entire report.

Unless otherwise stated, the suggestions, recommendations and opinions given in this report are intended only for the guidance of the Client in the design of the specific project. Contractors bidding on, or undertaking the work, should rely on their own investigations as to how subsurface conditions may affect their work, including but not limited to proposed construction techniques, schedule, safety and equipment capabilities.

8.0 CIERRE

Golder Associates Inc. provee estos resultados para desarrollar los análisis y diseños sísmiccs en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Los parámetros sísmicos se desarrollaron específicamente para el sitio Cerro Quema y consideraron el complejo marco tectónico y los registros de sismicidad histórica interpretados de información disponible. Estudios adicionales de terreno y nueva información acerca de la tectónica de la región podría requerir una re-evaluación de estos resultados en el futuro.

GOLDER ASSOCIATES INC.

EH/AH/FL/DL

9.0 REFERENCIAS

Abrahamson, N. 2006. Seismic Hazard Assessment: Problems with Current Practice and Future Developments, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, a joint event of the 13th ECEE & 30th General Assembly of the ESC, Geneva, Switzerland, September.

Abrahamson, N. 2009. The State of the Practice of Seismic Hazard Analysis: From the Good to the Bad. EERI Distinguished Lecture. EERI Chapter, University of British Columbia.

Abrahamson, N., N. Gregor, and K. Addo. 2012. BCHydro ground motion prediction equations for subduction earthquakes. Earthquake Spectra.

Abrahamson, N., and W. Silva. 2008. Summary of the Abrahamson & Silva NGA ground-motion relations. Earthquake Spectra, 24(1), 67-97.

Atkinson, G. M., and D. M. Boore. 2003. Empirical ground-motion relations for subduction-zone earthquakes and their application to Cascadia and other regions. Bulletin of the Seismological Society of America, 93(4), 1703-1729.

Atkinson, G. M., and D. M. Boore. 2011. Modifications to existing ground-motion prediction equations in light of new data, Bulletin of the Seismological Society of America, 101(3), 1121-1135.

Beauval, Céline, F. Cotton, N. Abrahamson, N. Theodulidis, E. Delavaud, L. Rodriguez, F. Scherbaum, and A. Haendel. 2012. Regional differences in subduction ground motions. arXiv preprint arXiv: 1212.3287.

Benito, M. B., C. Lindholm, E. Camacho, Á. Climent, G. Marroquín, E. Molina, W. Rojas et al. 2012. A new evaluation of seismic hazard for the Central America region. Bulletin of the Seismological Society of America, 102(2), 504-523.

Bennett, R., Spinler, J., Compton, K., Rockwell, T., Gath, E., 2014, Global Positioning System constraints on active crustal deformation in Central Panama, Seismological Research Letters 85, p. 278-283.

Berryman K., Wallace L., Hayes G., Bird P., Wang K., Basili R., Lay T., Stein R., Sagiya T., Rubin C., Barreintos S., Kreemer C., Litchfield N., Pagani M., Gledhill K., Haller K., Costa C. 2013. The GEM Faulted Earth Subduction Characterisation Project, Version 1.0, June 2013, GEM Faulted Earth Project], available from http://www.nexus.globalquakemodel.org/gem-faulted-earth/posts.

Boore, D.M., and G.M. Atkinson. 2008. Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s. Earthquake Spectra, 24(1), 99-138.

Bozzoni, F., M. Corigliano, C.G. Lai, W. Salazar, L. Scandella, E. Zuccolo, and R. Robertson. 2011. Probabilistic seismic hazard assessment at the eastern Caribbean Islands. Bulletin of the Seismological Society of America, 101(5), 2499-2521.

Brown, A., and G. Gibson. 2004. A multi-tiered earthquake hazard model for Australia. Tectonophysics, 390(1), 25-43.

Campbell, K.W., and Y. Bozorgnia. 2008. NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s. Earthquake Spectra, 24(1), 139-171.

Chiou, B.J., and R.R. Youngs. 2008. An NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra. Earthquake Spectra, 24(1), 173-215.

Corral, I., Greiera, A., Gomex-Gras, D., Corbella, M., Canals, A., Pineda-Falconett, M., Cardellach, E., 2011. Geology of the Cerro Quema Au-Cu deposit (Azuero Peninsula, Panama). Geologica Acta 9, p. 1-18.

Cowan, H., Machette, M.N., Haller, K.M. and Dart, R.L., 1998, Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Panama and its Offshore Regions, A project of the International Lithosphere Program Task Group II-2, Major Active Faults of the World, USGS Open-File Report 98-779.

Cowan, H., 2001, Design Earthquakes for the southeast area of the Canal Basin, Panama, Report No. HC-ACP-01, dated February 2001.

Frankel, A., Stephen, H., Mueller, C., Calais, E., Haase, J., 2010. Documentation for Initial Seismic Hazard Maps for Haiti. USGS Open-File Report 2010-1067.

Frankel, A., Harmsen S., Mueller C., Calais E., Haase J., 2011. Seismic Hazard Maps for Haiti. Earthquake Engineering Research Institute, Earthquake Spectra, v. 27:pp. S23-S41.

Gardner, J. and Knopoff, L. 1974. Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian? Bulletin of the Seismological Society of America, 64(5), p.1363-1367.

Gath, E., 2013, Personal communication regarding the Azuero-Soná fault, 11 Nov. 2013.

Golder Associates Inc., 2014, Cerro Quema Mine Project Site Seismic Hazard Assessment Review, Prepared for Pershimco Resources, Inc., Project Number 1300709, Technical Memorandum dated January 20, 2014.

Hanks, T.C.and W.H. Bakun. 2008. M-logA Observations for Recent Large Earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America, 98(1), 490-494.

International Code Council (ICC). 2012 International Building Code (IBC).

International Committee of Large Dams (ICOLD). 2010. Bulletin 72: Selecting seismic parameters for large dams guidelines (2010 Revision). Committee on Seismic Aspects of Dam Design. CIGB-ICOLD.

Knight Piésold, 2005, Cerro Quema Project, Seismic Hazard Analysis, Prepared for RNC Gold, Inc., Project No. DV20200018.02, dated February 1, 2005.

Kolarsky, R., Mann, P., 1995, Structure and neotectonics of an oblique-subduction margin, southwestern Panama, Geological Society of America Special Paper 295, p. 159-200.

LaFemina, P., Dixon, T. H., Govers, R., Norabuena, E., Turner, H., Saballos, A., Mattioli, G., Protti, M., and Strauch, W. 2009. Fore-arc motion and Cocos Ridge collision in Central America. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 10(5).

Montero, W., 2001, Neotectónica de La Región Central de Costa Rica: Frontera Oeste De La Microplaca De Panamá, Revista Geológica de América Central, 24: 29-56.

Mulargia, F., and S. Tinti. 1985. Seismic sample areas defined from incomplete catalogues: an application to the Italian territory, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 40, 273-300.

Petersen, Mark D., Arthur D. Frankel, Stephen C. Harmsen, Charles S. Mueller, Kathleen M. Haller, Russell L. Wheeler, Robert L. Wesson et al. 2008. Documentation for the 2008 update of the United States national seismic hazard maps. USGS Open-File Report 2008–1128.

Pratt, T.L., Holmes M., Schweig, E.S., Gomberg, J. and Cowan, H.A., 2003, High resolution seismic imaging of faults beneath Limon Bay, northern Panama Canal, Republic of Panama, Tectonophysics 368 (2003), pp 211-227.

Reglamento de Diseño Estructural para la República de Panamá (Structural Design Code for the Republic of Panama), REP-2003.

Risk Engineering, Inc. 2011. EZ-FRISK version 7.62, Software for Earthquake Ground Motion Estimation, Denver, Colorado.

Rockwell, T., Bennett, R., Gath, E., Franceschi, P., 2010a, Unhinging an indenter: A new tectonic model for the internal deformation of Panama, Tectonics 29, TC4027, doi:10.1029/2009TC002571, 2010

Rockwell, T., Gath, E., Gonzalez, T., Madden, C., Verdugo, D., Lippincott, C., Dawson, T., Owen, L.A., Puchs, M., Cadena, A., Williams, P., Weldon, E. and Franceschi, P., 2010b, Neotectonics and paleoseismology of the Limon and Pedro Miguel Faults in Panama: Earthquake Hazard to the Panama Canal, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 100, No. 6, 34 p.

Stewart, J.P., Douglas, J., Javanbarg, M., Bozorgnia, Y., Abrahamson, N.A., Boore, D.M., Campbell, K.W., Delavaud, E., Erdik, M., and Stafford. P.J. 2013. Selection of Ground Motion Prediction Equations for the Global Earthquake Model. Earthquake Spectra In-Press.

Stirling, M.W., Gerstenberger, M.C., Litchfield, N.J., McVerry, G.H., Smith, W.D., Pettinga, J. and Barnes, P, 2008, Seismic hazard of the Canterbury region, New Zealand: New earthquake source model and methodology, Bull. New Zeal. Natl. Soc. Earthq. Eng. Vol. 41, pp 51-67.

Stirling, M., T. Goded, K. Berryman, and N. Litchfield. 2013. Selection of Earthquake Scaling Relationships for Seismic-Hazard Analysis. Bulletin of the Seismological Society of America, 103(6), 2993-3011.

Stucchi, M., C. Meletti, V. Montaldo, H. Crowley, G.M. Calvi, and E. Boschi. 2011. Seismic hazard assessment (2003–2009) for the Italian building code. Bulletin of the Seismological Society of America, 101(4), 1885-1911.

Trenkamp, R., Kellog, J., Freymueller, J., Mora, H., 2002, Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations, Journal of South American Earth Sciences, 15. p.157-171.

Weichert, D.H. 1980. Estimation of the earthquake recurrence parameters for unequal observation periods for different magnitudes. Bulletin of the Seismological Society of America, 70(4), 1337-1346.

Wesnousky, S.G., 2008, Displacement and geometrical characteristics of earthquake surface ruptures: Issues and implications for seismic hazard analysis and the process of earthquake rupture, Bull. Seismological Society of. America. 98, p. 1609-1632.

Westbrook, G. K., Hardy, N. C., and Heath, R. P. 1995. Structure and tectonics of the Panama-Nazca plate boundary. Geological Society of America Special Paper 91.

Zhao, J.X., J. Zhang, A. Asano, Y. Ohno, T. Oouchi, T. Takahashi, and Y. Fukushima. 2006. Attenuation relations of strong ground motion in Japan using site classification based on predominant period. Bulletin of the Seismological Society of America, 96, 898-913.

TABLAS

Tabla 1: Epicentros de los Principales Sismos Históricos (M ≥ 6.0) Identificados dentro de los 300 km del Sitio del Cerro Quema, Panamá

Año	Mes	Día	Latitud (°N)	Longitud (°W)	Magnitud[1] (M)	Profundidad (km)[2]	Distancia desde el Sitio del Proyecto (km)[3]
1621	5	2	8.97	79.55	6.9	0	191
1802	10	25	7.5	80.4	6.7	10	15
1803	12	7	8.5	83	7.1	30	292
1854	8	5	8.5	83	7	33	292
1871	6	27	7.8	82.3	7	30	197
1879	5	29	8	82.9	7	10	266
1929	1	19	10	81.5	6 (M_S)	35	293
1931	10	12	7.5	82.5	6 (M_S)	35	218
1934	7	18	7.90	82.49	7.5	30	220
1935	11	30	9.65	79.74	6.4	35	250
1939	10	20	8	83	6 (M_S)	35	277
1943	5	2	6.83	80.33	6.79	20	83
1951	1	6	7.34	80.99	6.59	54.4	57
1957	10	31	6.64	82.64	6.37	25	254
1960	3	28	7.39	81.88	6.26	25	150
1962	7	26	7.51	82.73	7.18	25	243
1965	12	15	7.65	81.91	6.35	25	153
1974	12	19	7.29	78.48	6.01	11.8	227
1975	10	4	6.40	82.51	6.08	35	253
1976	7	11	7.37	78.11	7.26	17.5	267
1979	6	27	7.15	82.28	6.35	10	198
1983	11	26	7.37	82.278	6.28	17	194
1985	1	5	10.1	80.08	6.11	30	291
1991	4	4	7.02	78.07	6.14	33	277
1992	5	18	7.29	82.32	6.29	13	200
1994	9	27	5.67	79.06	6.15	15	264
1995	2	28	6.79	82.43	6.01	15.1	226
1997	4	1	7.86	82.35	6.07	29.4	204
2003	12	25	8.32	82.79	6.49	34	264
2009	7	4	9.76	79.01	6.05	45	297

Notas:
1 La escala de magnitud por defecto es la magnitud momento (**M**). Varios sismos fueron reportados en escala de magnitud de ondas de superficie (Ms).
2 Las profundidades son las reportadas en el catálogo. Las profundidades verdaderas pueden ser muy diferentes.
3 Las distancias fueron calculadas para el sitio del Proyecto Cerro Quema ubicado en 7.549°N y 80.527°W.

Tabla 2: Fallas Sísmicas, Cerro Quema, Panamá

Falla o Zona de Falla (FZ)[1]	Falla ID[1]	Distancia Appro. Al Sitio (km)[2]	Longitud Total (km)[3]	Falla Rumbo/Buzamiento[4]	Tipo de Movimiento Falla[5]	Desplazamiento Histórico Mas Reciente[6]	Razon de Desplazameinto Promedio (mm/año)[7]	Sismo Maximo Creible (SMC) (M_{max})[8]
--	PA-11b	12	37	N71W/ NE	Normal, oblicuo-normal	Desconocido. Probablemente Cuaternario (<1.6 Ma)	0.1-0.5[(d)]	6.9[c]
--	PA-11b	19	23.8	N71W/ SW	Normal, oblicuo - normal	Desconocido. Probablemente Cuaternario (<1.6 Ma)	0.1-0.5[(d)]	6.8[c]
Azuero-Soná	PA-11a	18	197	N61W/ NE	Sinistral	Cuaternario (<1.6 Ma), Probablemente Holoceno (<15 ka)	< 5[(b)] 1-10[(d)]	8.0[b]
Southern Panama	PA-21a	57	275	N88W	Sinistral	Holoceno o post-glacial (<15 ka)	> 5 5-15[(d)]	7.5[a]
	PA-21b	57	207	N88W	Sinistral	Holoceno o post-glacial (<15 ka)	> 5 5-15[(d)]	7.7[a]

Notas

1 Los nombres y ID de fallas y zonas de fallas se obtuvieron de Cowan et al. (1998)

2 La distancia aproximada desde el Cerro Quema (7.55529°N, 80.529998°W) al trazo de falla basado en un mapa de Google Earth™

3 Longitud está basada en la longitud total de la falla o segmentos de falla conocidos

4 El rumbo y buzamiento tomados de Cowan et al. (1998) y Rockwell and Gath et al. (2010)

5 Tipo de desplazamiento de fallas tomado de Cowan et al. (1998) y Rockwell and Gath et al. (2010)

6 Edad del desplazamiento histórico mas reciente tomado de Cowan et al. (1998) y Cowan (2001), Pratt et al. (2003), Rockwell y Gath et al. (2010) y comunicacion personal con E. Gath (2013). ka = miles de años; Ma = millones de años.

7 Razón de desplazamiento promedio de Cowan et al. (1998). Datos de Cowan (2001) denominados con [(b)]. Datos de Rockwell y Gath et al. (2010) denominados como [(c)]. Estimaciones de Golder durante este estudio denominados como [(d)].

8 Las magnitudes SMC se obtuvieron de las relaciones de rupture de falla versus magnitudes de a) Hanks y Bakun (2008), b) Stirling et al. (2008), y c) Wesnousky (2008).

Tabla 3: Parametros de Entrada Fuentes de Corteza, Cerro Quema, Panamá

Falla o Zona de Falla (FZ)[1]	Falla ID[1]	Buzamiento	Tipo de Movimiento[2]	Profundidad Sismogenica (km)	Razón de Desplazamiento (mm/year)	Magnitud Maxima
--	PA-11b	NE 65	Normal	15	0.1 (20%) 0.5 (60%) 1.0 (20%)	6.6 (30%) 6.9 (60%) 7.2 (10%)
--	PA-11b	SW 65	Normal	15	0.1 (20%) 0.5 (60%) 1.0 (20%)	6.5 (30%) 6.8 (60%) 7.1 (10%)
Azuero-Soná	PA-11a	90	Horizontal	15	2 (20%) 4 (65%) 10 (15%)	7.8 (30%) 8.0 (60%) 8.2 (10%)
Southern Panama	PA-21a	90	Horizontal	15	15 (20%) 20 (50%) 30 (30%)	7.2 (30%) 7.5 (60%) 7.8 (10%)
	PA-21b	90	Horizontal	15	15 (20%) 24 (50%) 30 (30%)	7.4 (30%) 7.7 (60%) 8.0 (10%)

Notas
1 Los nombres de fallas e IDs tomados de Cowan et al. (1998)
2 Tipo de movimiento tomado de Cowan et al. (1998) y Rockwell et al. (2010).

Tabla 4: Parámetros Entrada Fuentes Areales y de Subducción, Cerro Quema, Panamá

Fuente Areal o de Subducción	Fuente ID	Distancia Approx. al Sitio (km)[1]	Magnitude Maxima	Valor b	Razón de Actividad [2]	Razón de Desplazamiento (mm/year)	Profundidad (km)	Dirección Preferida de Movimiento de Falls
Subducción Trinchera América Central	MATS	213	8.2	1.00	--	39.6	7.5-25	Interfase
Subducción Placa Nazca	NPS	223	9.14	0.80	--	42.4	8-50	Interfase
Corteza América Central	CAC	237	7.7	0.549	0.753	--	10	Lateral
Cinturón Deformado Norte de Panamá	NPDB	162	7.8	0.778	0.713	--	10	Reverso
Zona Fracturada de Panamá	PFZ	119	7.5	0.453	0.659	--	10	Lateral
Cinturón Deformado Sur de Panamá [3]	SPDB	10	6.8	0.843	0.56	--	10	Reverso
Corteza Panamá Oriental	EPC	141	7.4	0.702	0.531	--	10	Lateral
Placa de Nazca	NP	99	6.8	0.628	0.451	--	10	Lateral
Corteza Colombia Occidental	WCC	380	7.2	0.701	0.343	--	10	Lateral
Corteza Panamá Occidental	WPC	70	6.7	0.628	0.148	--	10	Lateral

Notas
1 La distancia aproximada desde el Cerro Quema (7.55529°N, 80.529998°W) al trazo de falla basado en un mapa de Google Earth™
2 la razón de actividad representa el número anual de sismos mayores o iguales a la magnitud mínima de **M** 4.5 dentro de la fuentes areal o de subducción.
3 El sitio del proyecto está ubicado dentro de la fuente areal Cinturon Deformado del Sur de Panamá (SPDB).

Golder Associates

1263
1264

Tabla 5: Arboles Lógicos para Fuentes Areales, Cerro Quema, Panamá

Fuente Areal	Magnitud Máxima		Valor b		Razón de Actividad (eventos/año)	
	Inferior (0.3)	Superior (0.1)	Inferior (0.2)	Superior (0.2)	Inferior (0.2)	Superior (0.2)
Corteza América Central	7.5	7.8	0.595	0.502	0.579	0.959
Cinturón Deformado Norte de Panamá	7.7	8.0	0.855	0.702	0.552	0.924
Zona Fracturada de Panamá	7.4	7.6	0.509	0.397	0.442	0.939
Cinturón Deformado Sur de Panamá	6.6	7.0	0.933	0.754	0.404	0.778
Corteza Panamá Oriental	7.1	7.6	0.768	0.637	0.415	0.735
Placa de Nazca	6.5	7.0	0.754	0.502	0.311	0.706
Corteza Colombia Occidental	7.0	7.5	0.782	0.620	0.242	0.50
Corteza Panamá Occidental	6.5	7.2	0.754	0.502	0.102	0.231

Tabla 6: Ecuaciones de Predicción del Movimiento Sísmico (GMPEs) para Fallas y Fuentes Areales y de Subducción, Cerro Quema, Panamá

Fuente Sísmica	GMPE	Ponderación
Fallas de Corteza y Fuentes Areales	Abrahamson and Silva (2008) NGA	0.25
	Boore and Atkinson (2008) NGA – SMM	0.25
	Campbell and Bozorgnia (2008) NGA	0.25
	Chiou and Youngs (2008) NGA	0.25
Fuentes de Subducción	Abrahamson et al. (2012)	0.33
	Atkinson and Boore (2003) Worldwide	0.33
	Zhao et al. (2006)	0.34

Tabla 7: Espectro de Peligro Sísmico Uniforme con 5% de Amortiguamiento para Algunos Periodos Estructurales para Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) para Cerro Quema, Panamá

	Aceleración Espectral Promedio 5% Amortiguamiento (g)		
Periodo (s)	**475 años**	**975 años**	**2,475 años[3]**
Amax[2]	0.238	0.311	0.422
0.02	0.242	0.316	0.428
0.03	0.262	0.343	0.469
0.05	0.322	0.425	0.582
0.075	0.419	0.553	0.765
0.1	0.497	0.659	0.913
0.15	0.580	0.771	1.067
0.2	0.566	0.751	S_S = 1.041
0.25	0.519	0.685	0.946
0.3	0.470	0.615	0.846
0.4	0.389	0.507	0.694
0.5	0.322	0.419	0.569
0.75	0.226	0.295	0.399
1	0.174	0.227	S_1 = 0.309
1.5	0.119	0.155	0.214
2	0.099	0.126	0.172
3	0.057	0.075	0.102
4	0.040	0.054	0.074
5	0.032	0.043	0.060
7.5	0.019	0.025	0.037
10	0.012	0.016	0.024

Notas:
1 Suelo Sitio Clase B/C representa un suelo definido con velocidad de ondas de corte promedio de 760 m/s en los primeros 30 m de una columna de suelo (ASCE 7-05 standard)
2 Amax: Aceleración horizontal máxima del terreno.
3 S_S y S_1 según ASCE 7-05 standard. T_L es 16 segundos.

Tabla 8: Resultados de Desagregación para Amax, y Aceleraciones Espectrales 0.2 segundos y 1 segundo Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) Cerro Quema, Panamá

Periodo de Retorno (años)	Periodo Estructural (s)	Magnitud Promedio (M)	Distancia Promedio (km)	Épsilon Promedio
475	Amax	6.16	25.0	1.0
	0.2	6.12	25.2	1.1
	1	7.34	93.3	1.2
2,475	Amax	6.12	18.4	1.5
	0.2	6.11	18.5	1.5
	1	7.39	68.8	1.6

Tabla 9: Espectro Sísmico Determinístico 5% de Amortiguamiento para Sitio Clase B/C (Vs30 = 760 m/s) Cerro Quema, Panama[1]

Periodo (s)	Aceleración Espectral[2] (g)		Fuente Contribuyente
	Media	84% Percentil	
Amax[3]	0.222	0.383	PA-11b (**M** 6.9)
0.02	0.227	0.392	
0.03	0.244	0.425	
0.05	0.292	0.516	
0.075	0.371	0.665	
0.1	0.446	0.805	
0.15	0.539	0.978	
0.2	0.554	1.009	
0.25	0.507	0.924	
0.3	0.458	0.839	
0.4	0.389	0.712	
0.5	0.322	0.595	
0.75	0.238	0.448	PA-11a (**M** 8.0)
1	0.191	0.363	
1.5	0.135	0.260	
2	0.102	0.198	
3	0.069	0.135	
4	0.050	0.098	
5	0.038	0.077	
7.5	0.025	0.053	
10	0.016	0.036	

Notas:
[1] Suelo Sitio Clase B/C representa un suelo definido con velocidad de ondas de corte promedio de 760 m/s en los primeros 30 m de una columna de suelo - 2012 International Building Code – 2012 IBC.
[2] Las aceleraciones espectrales son ponderaciones promedio de cuatro NGA GMPE.
[3] Amax: Aceleración horizontal máxima del terreno.

Tabla 10: Comparación con el Estudio Sísmico Regional 2012, Cerro Quema, Panamá

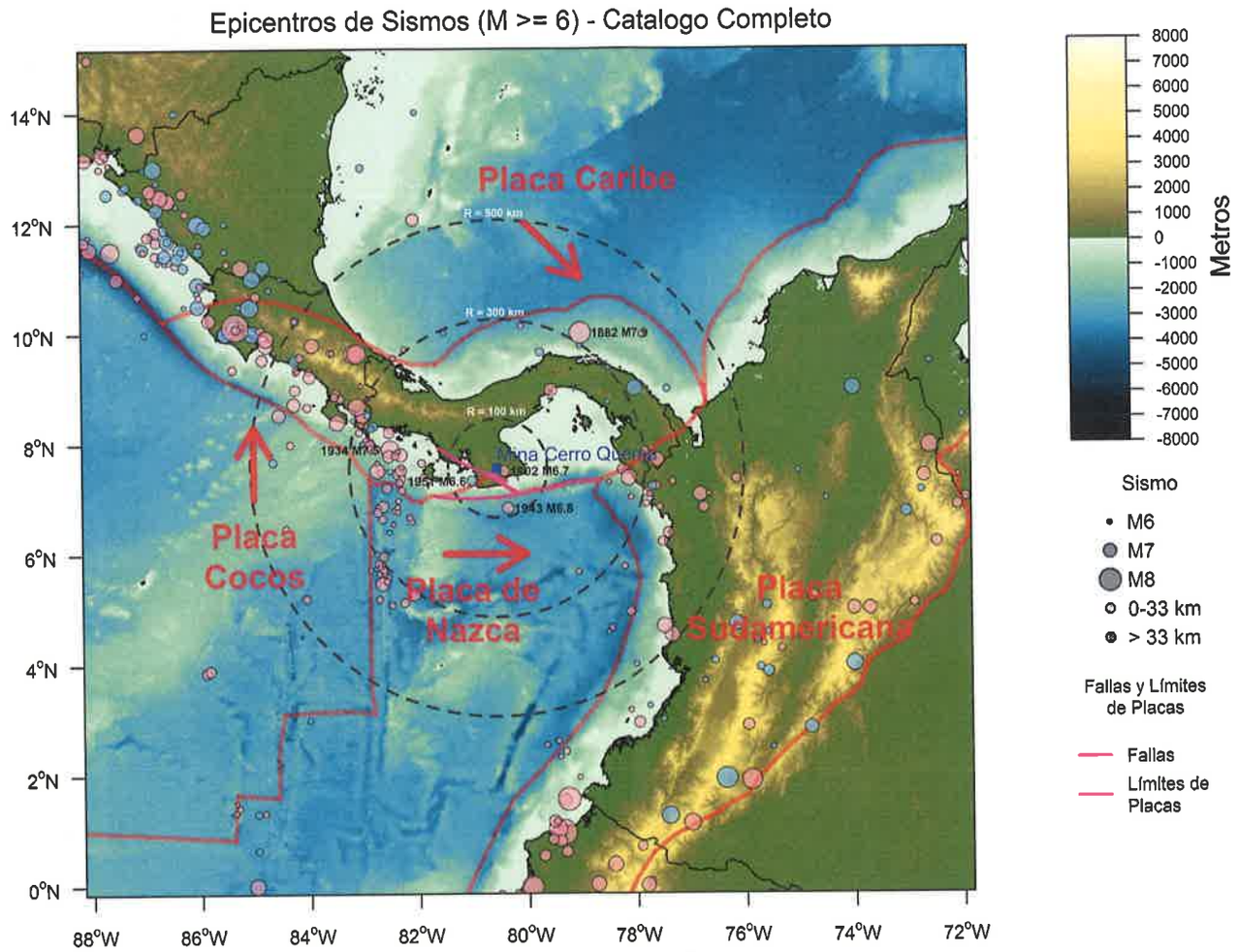
Periodo Espectral	Periodo Retorno (año)	Aceleración Espectral (g)	
		Estudio de Benito et al. 2012	Este Estudio
Amax	500	0.30-0.40	0.25
	1,000	0.40-0.53	0.32
	2,500	0.50-0.65	0.43
1 segundo	500	0.18-0.25	0.18
	1,000	0.20-0.30	0.23
	2,500	0.33-0.45	0.32

Tabla 11: Espectro Sísmico para Diseño de Estructuras Estándares Sitio Clase B[1] Cerro Quema, Panamá

Periodo (s)	Aceleración Espectral[2] (g)
Amax[3]	0.281
0.02	0.334
0.03	0.390
0.05	0.503
0.075	0.555
0.1	0.609
0.15	0.711
0.2	0.694
0.25	0.631
0.3	0.564
0.4	0.463
0.5	0.379
0.75	0.266
1	0.206
1.5	0.143
2	0.115
3	0.068
4	0.049
5	0.040
7.5	0.025
10	0.016

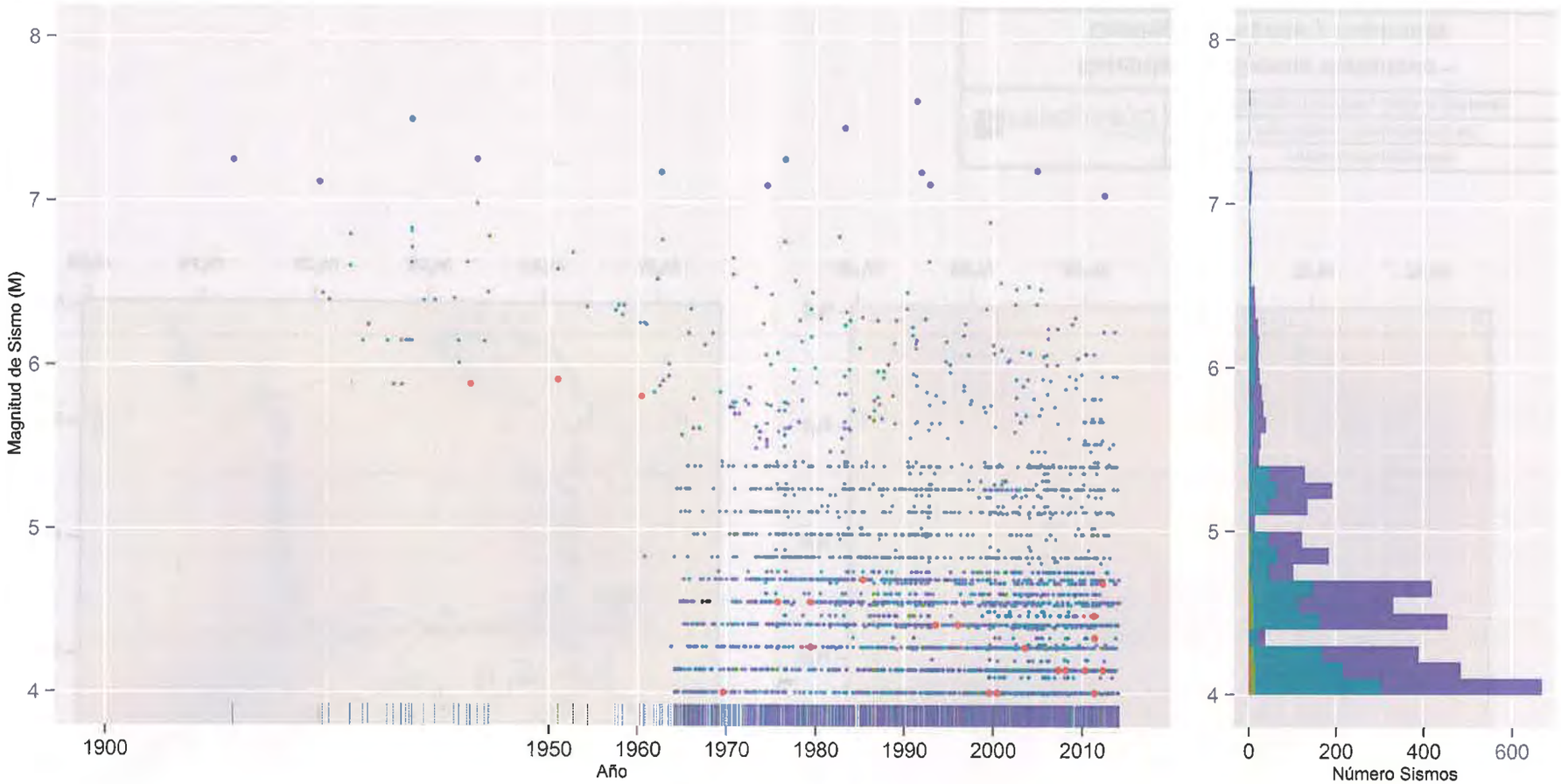
Notas:
[1] Suelo Sitio Clase B/C representa un suelo definido con velocidad de ondas de corte promedio de 760 m/s en los primeros 30 m de una columna de suelo (ASCE 7-05 standard)
[2] Las aceleraciones espectrales fueron calculadas siguiendo los procedimientos del ASCE 7-05 standard.
[3] Amax: Aceleración horizontal máxima del terreno.

FIGURAS



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Principales Estructuras Geológicas y Sísmos Históricos					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	EarthquakeEpicenters_SignificantEQ_so.prj
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 1**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:49:01 2014 EHsiao



PERSHIMCO (TSX.V: PRO)	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO
	PERSHIMCO RESOURCES INC
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA

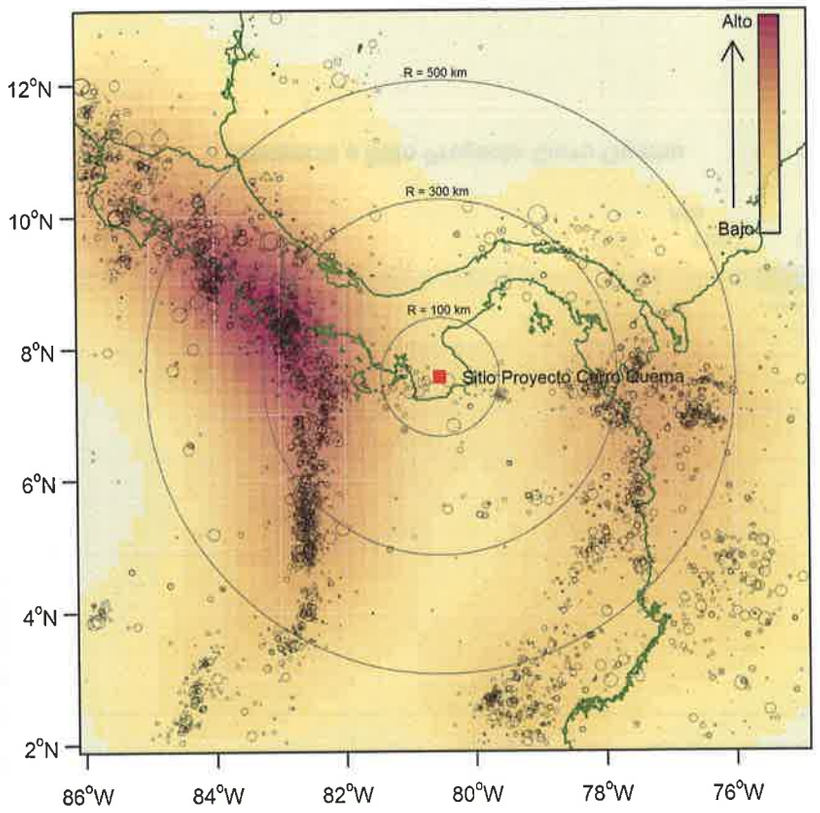
Distribución en Tiempo y Tamaño de Sísmos Históricos (Radio 500 km)

Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	EQ_Year_Mag_Dist_sp.png
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	FIGURA 2	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

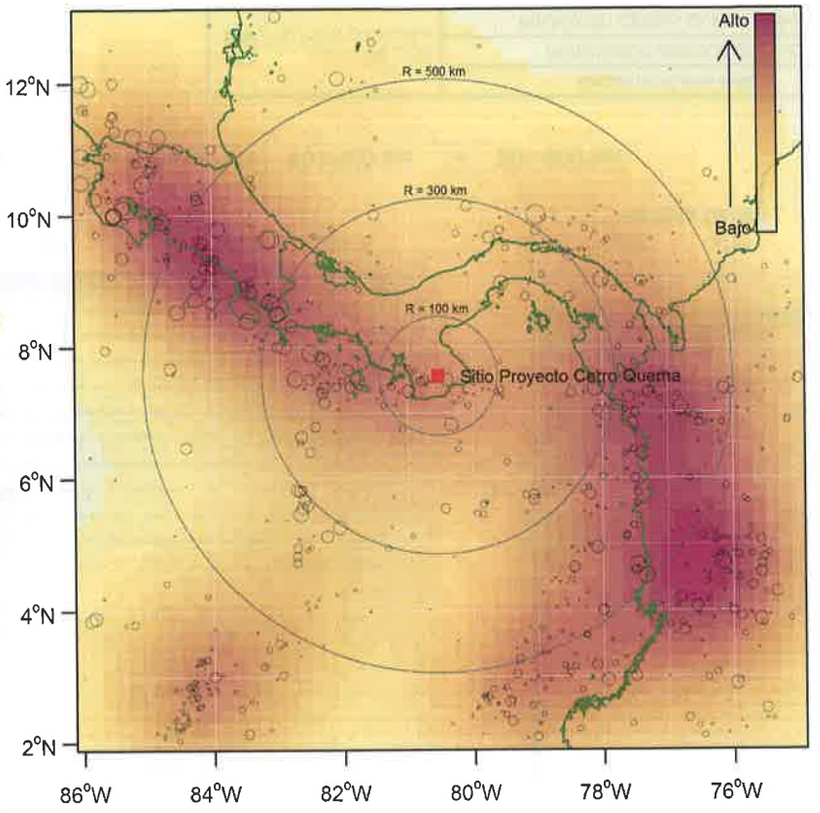
Wed Nov 12 22:49:10 2014 Ehidalgo

4268
1269

(a) Catalogo Completo (M >= 4)

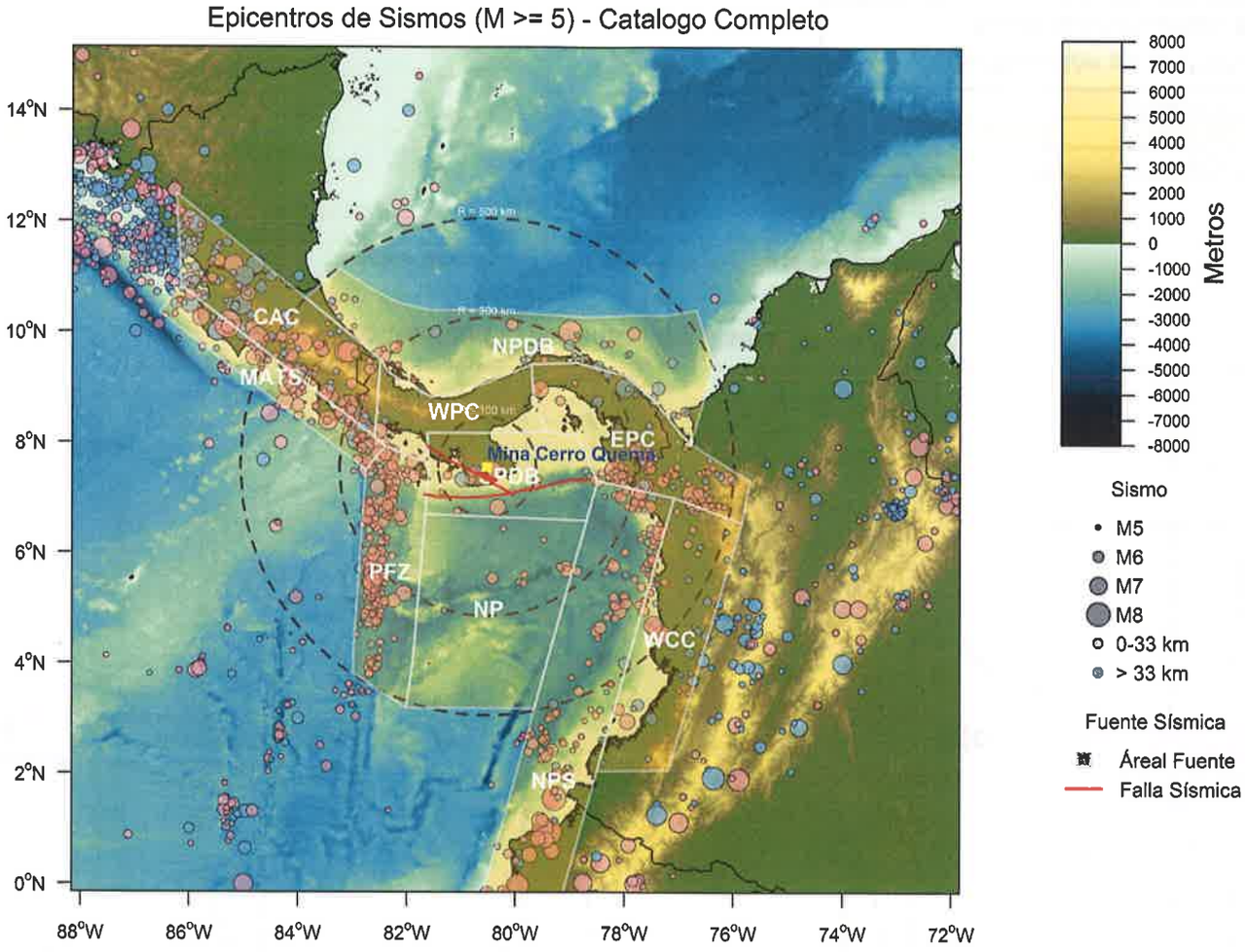


(b) Catalogo Depurado (M >= 4)



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Densidad de Sísmos Históricos – Catálogo Completo y Depurado					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO MapDensity_sc.prj	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 3**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

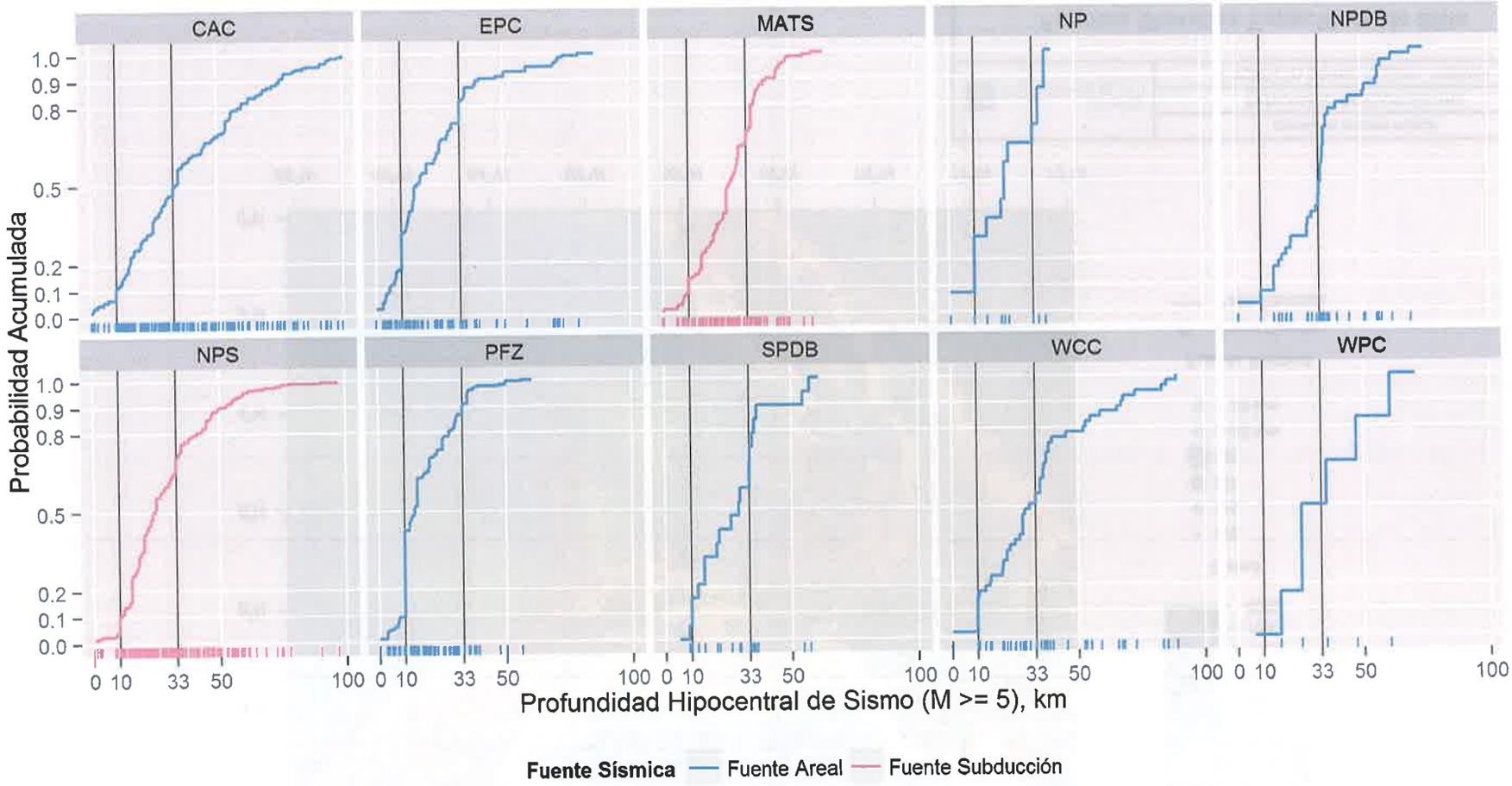
Wed Nov 12 22:49:18 2014 EHsiao



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Fuentes Sísmicas Específicas de Sitio					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO EarthquakeEpicenters_SourceZones_sp.prj	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 4**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

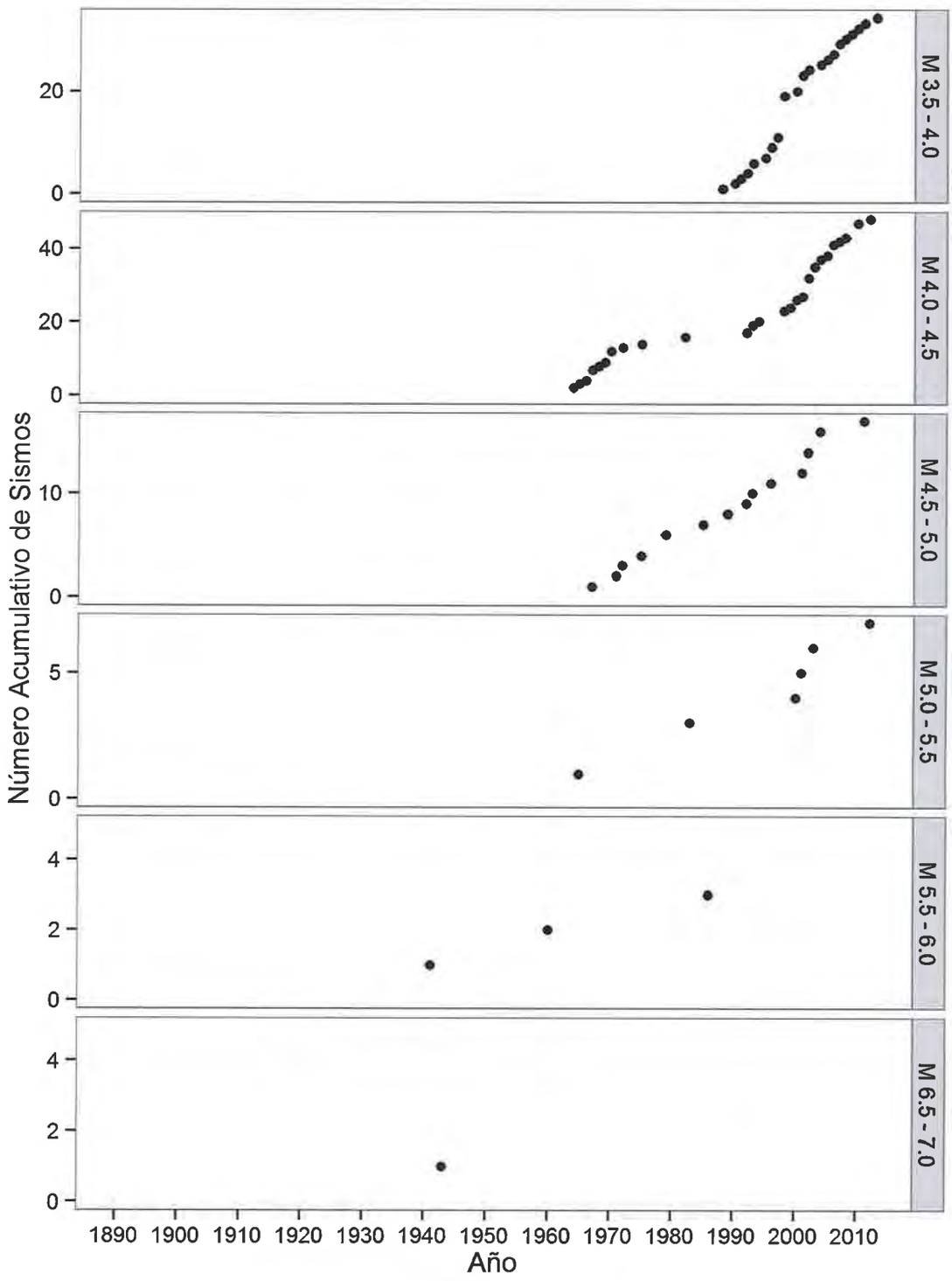
Wed Nov 12 22:49:23 2014 Etésio

4664
1270



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Distribución de la Profundidad de Eventos en Fuentes Sísmicas					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO EarthquakeDepthDistribution_so.prg	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 5**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

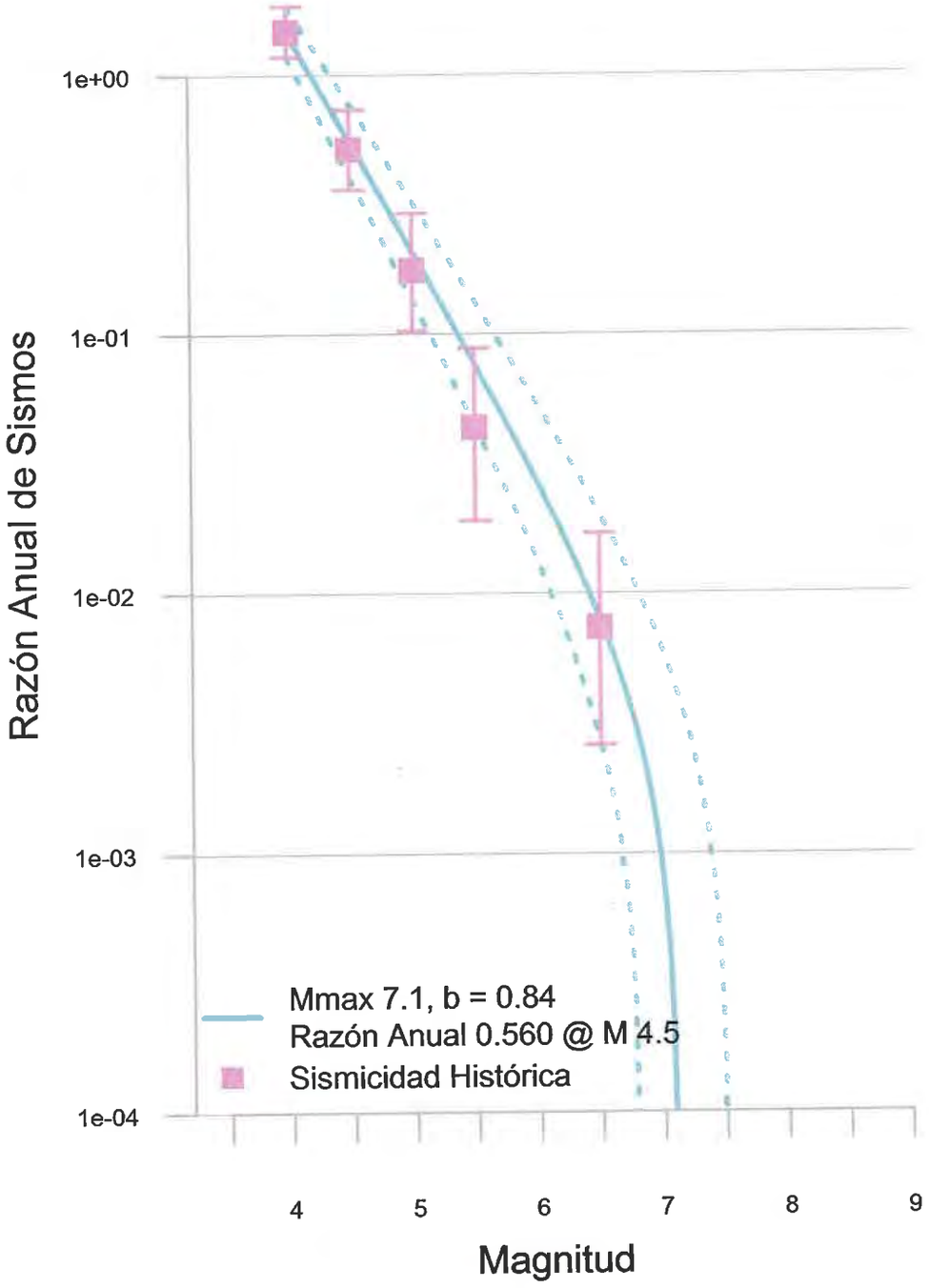
Wed Nov 12 22:49:39 2014 EHbitle



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO			
	PERSHIMCO RESOURCES INC			
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA			
Número Acumulativo de Sísmos en Función del Tiempo – Fuente SPDB				
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908		ARCHIVOCompletenessCUVI_GK74_DeclusteredCatalog_SPDB.png	
	DISEÑO	FL	Jun 15 2014	ESCALA NTS REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 6**
	REVISION	AH	Jul 03 2014	

Wed Nov 12 22:49:33 2014 EHsiao

SPDB

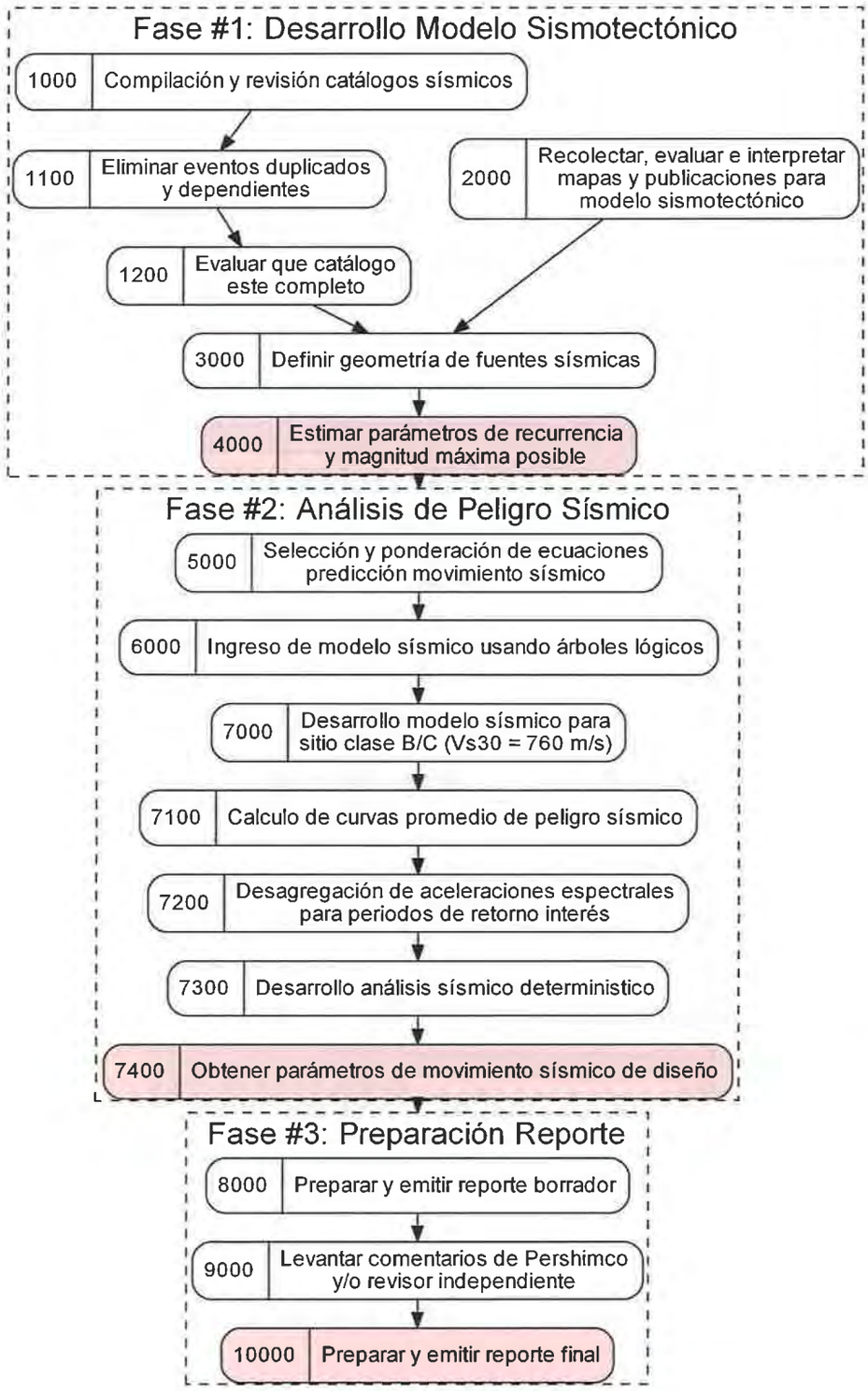


PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO
	PERSHIMCO RESOURCES INC
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA

Recurrencia Sísmica – Fuente SPDB

Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	Rparama_SPDB_sp.png
	DISEÑO	FL	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	FIGURA 7	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:49:34 2014 EHellao



PERSHIMCO

ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO

PERSHIMCO RESOURCES INC

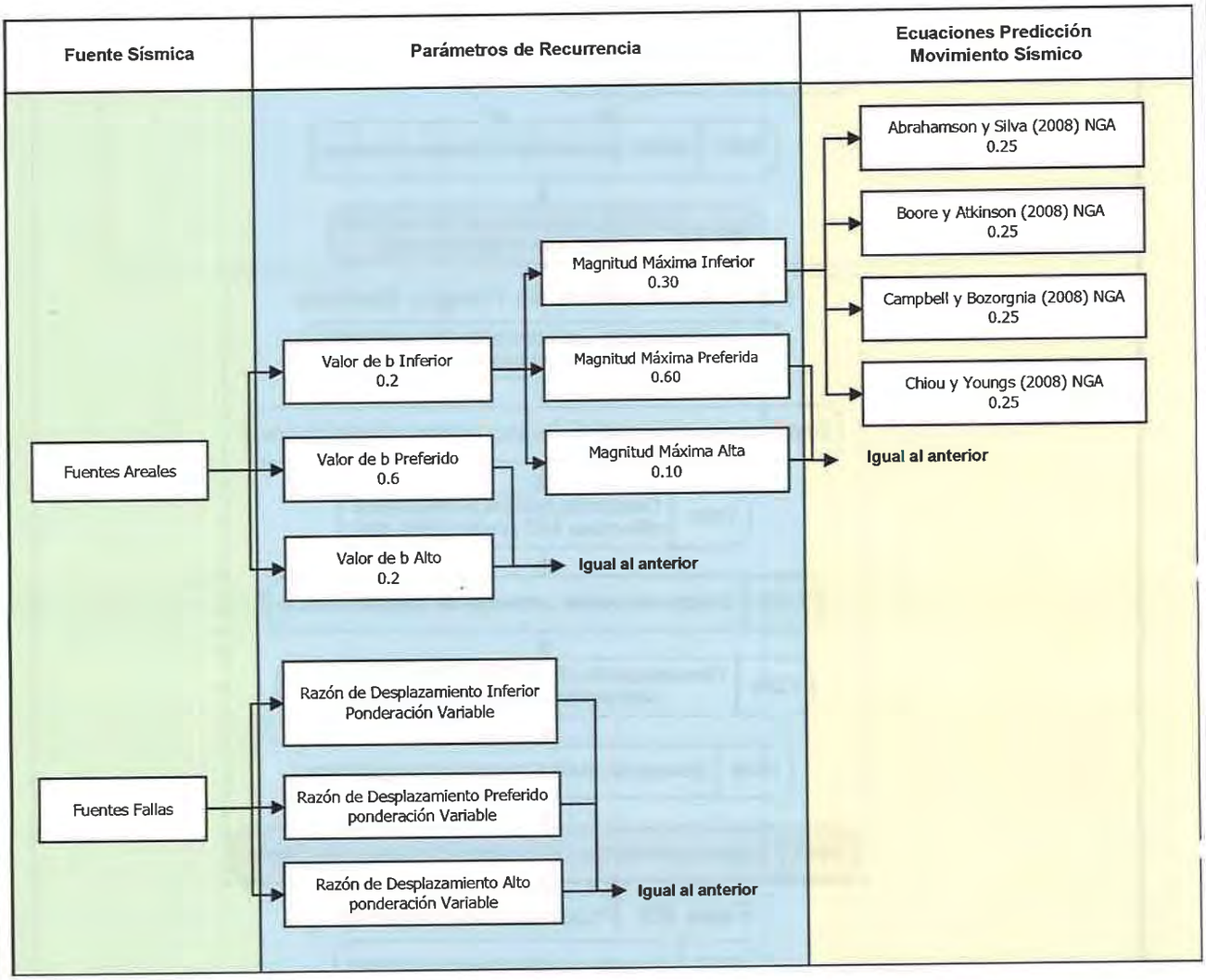
PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA

Principales Tareas Peligro Sísmico Específico de Sitio

Golder Associates

PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO Panama-flowchart_spanish.png	
DISEÑO	FL	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 8**	
REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:49:38 2014 EHaino



ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO

PERSHIMCO

PERSHIMCO RESOURCES INC

PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA

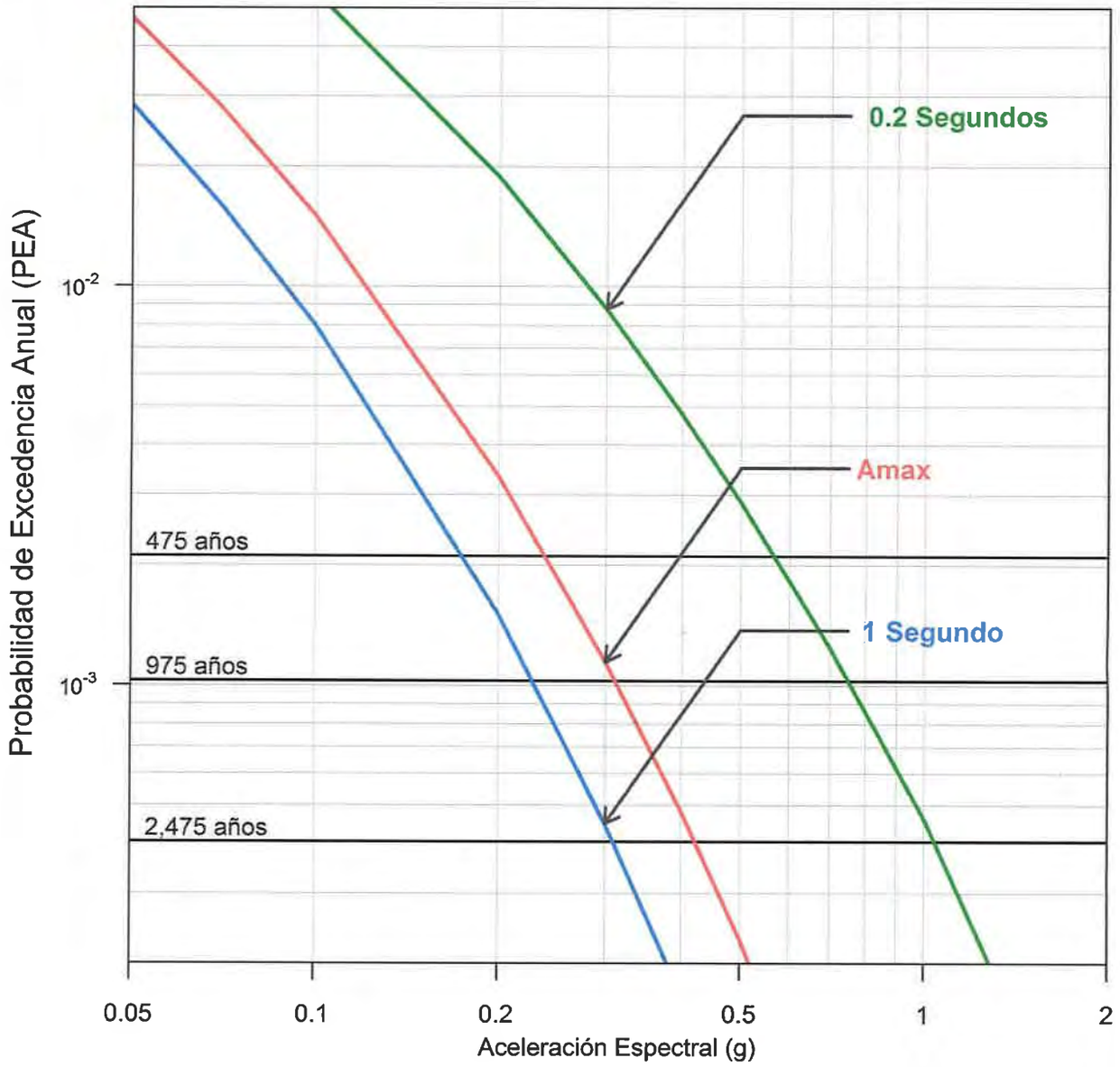
Árbol Lógico para Caracterización de Fuentes Sísmicas

Golder Associates

PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO Panama_ArealSources_spanish.png	
DISEÑO	FL	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	FIGURA 9	
REVISION	AH	Jul 03 2014		

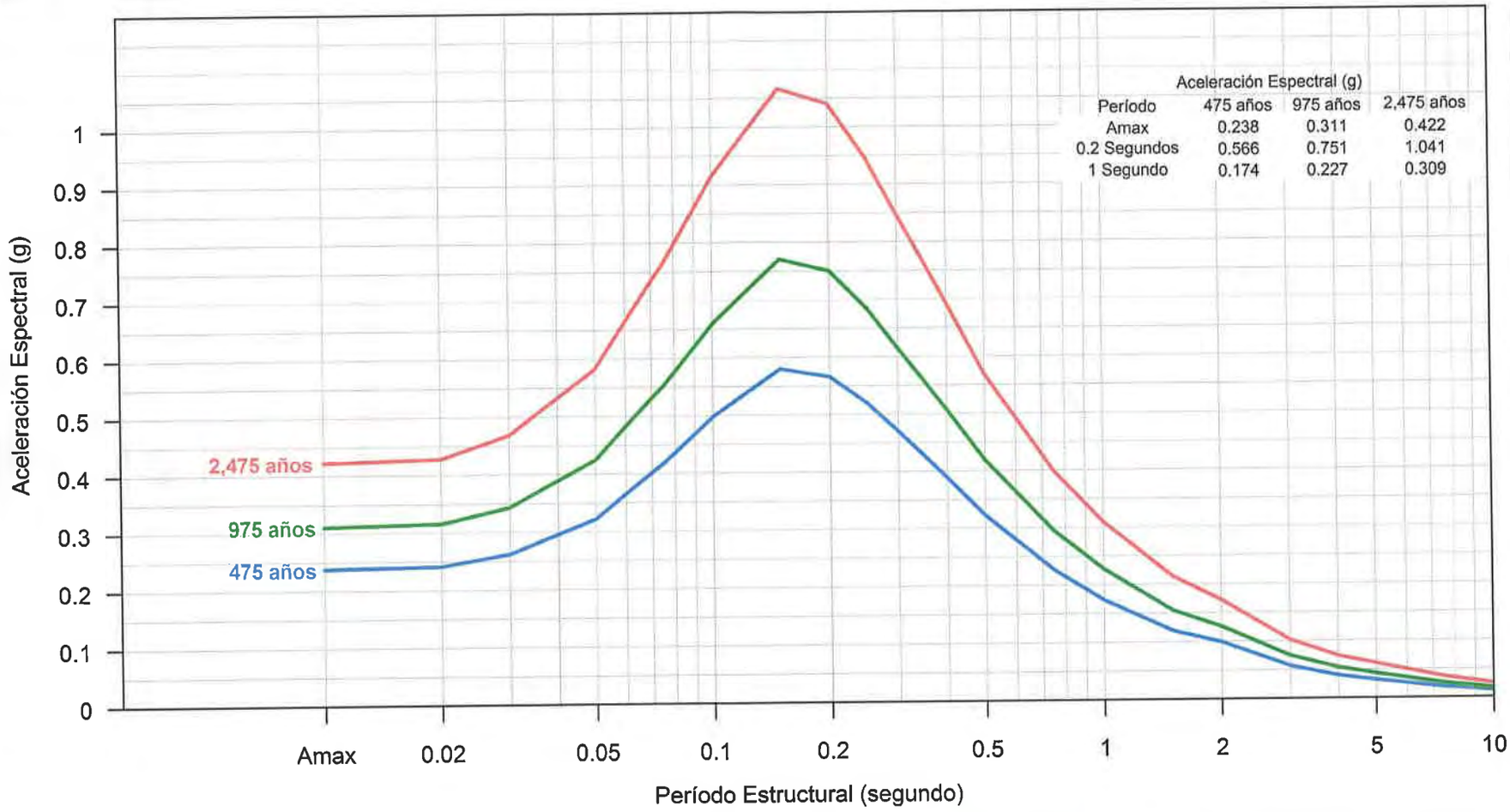
Wed Nov 12 22:49:42 2014 EHsiao

~~1272~~
1273



TRANSPRC PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Curvas Peligro Sísmico Promedio para Amax, 0.2s, 1.0s 5% Amortiguamiento (Vs30 = 760 m/s)					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO HAZ_Vs30_760_sp.png	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 10**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

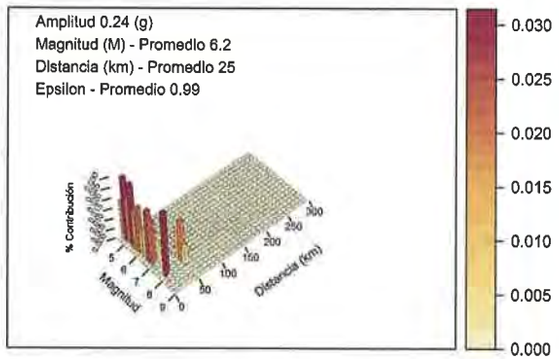
Wed Nov 12 22:49:44 2014 EHsiao



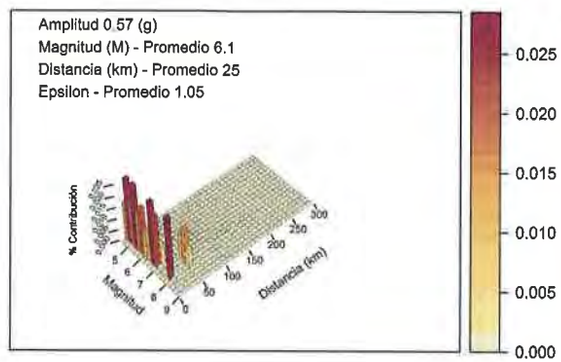
PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Espectro de Peligro Uniforme 5% Amortiguamiento (Vs30 = 760 m/s)					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO UHS_Vs30_760_50.PPT	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 11**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:43:52 2014 EHsiao

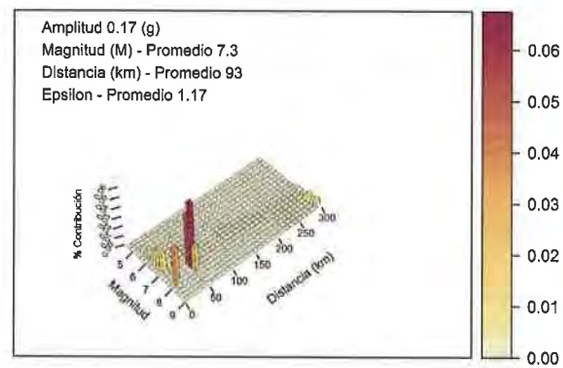
(a1) Amax - 475 Años



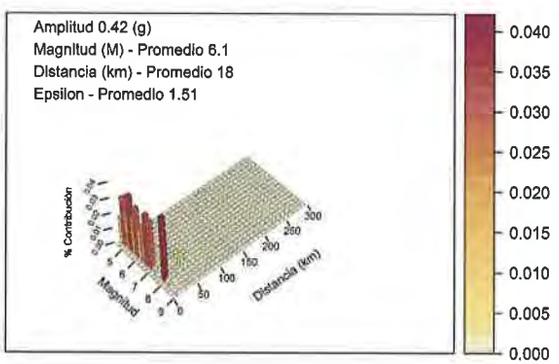
(a2) 0.2 Segundos - 475 Años



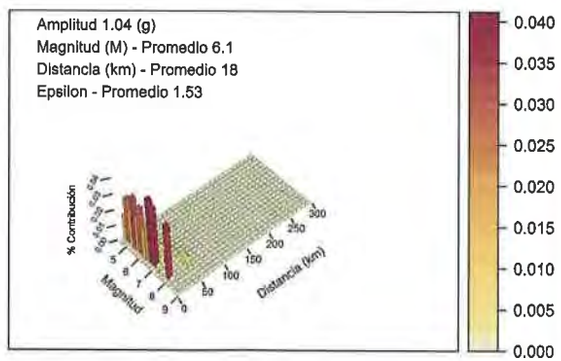
(a3) 1 Segundo - 475 Años



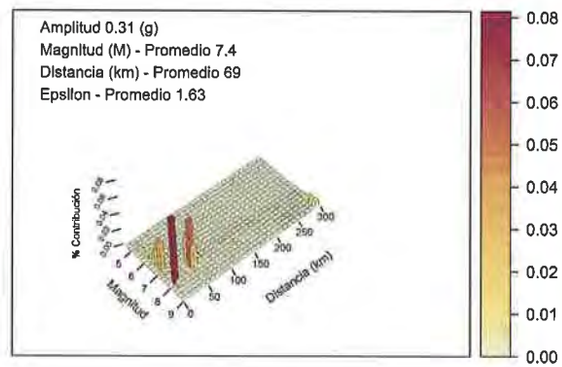
(b1) Amax - 2475 Años



(b2) 0.2 Segundos - 2475 Años

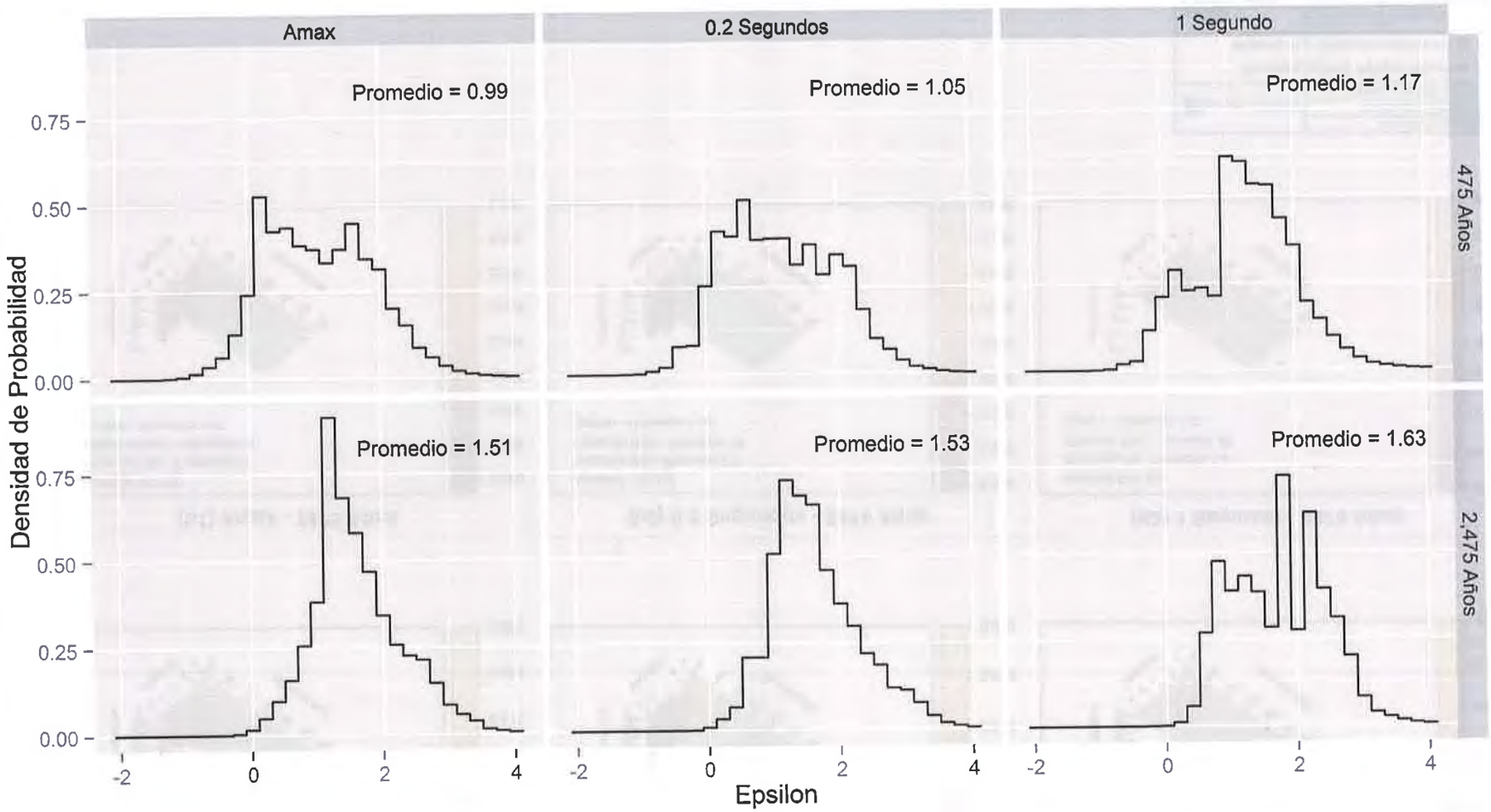


(b3) 1 Segundo - 2475 Años



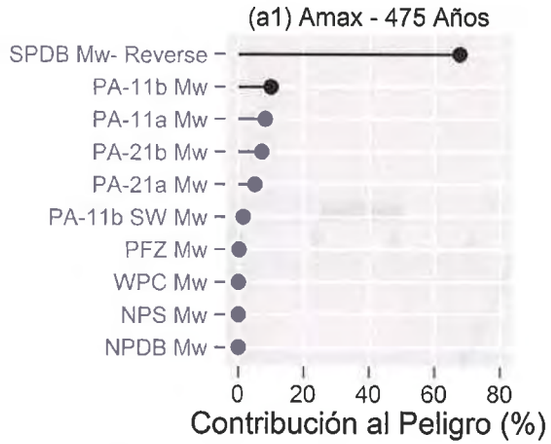
PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Desagregación Peligro Sísmico por Magnitud y Distancia (Vs30 = 760 m/s)					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00001			ARCHIVO	
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 12**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

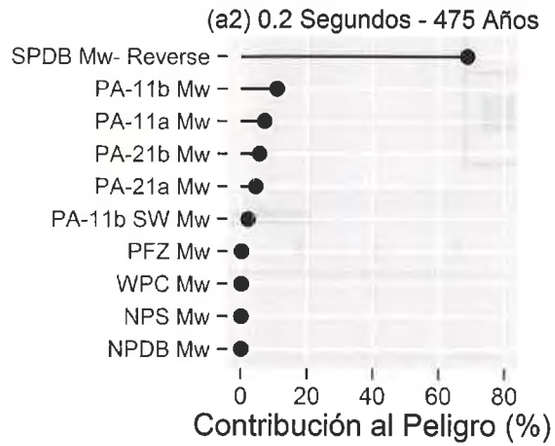
4276
1234

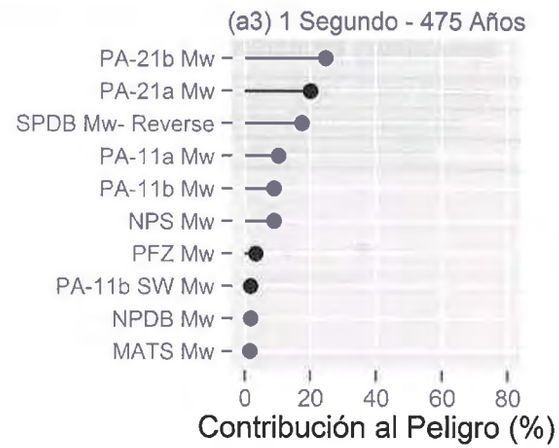


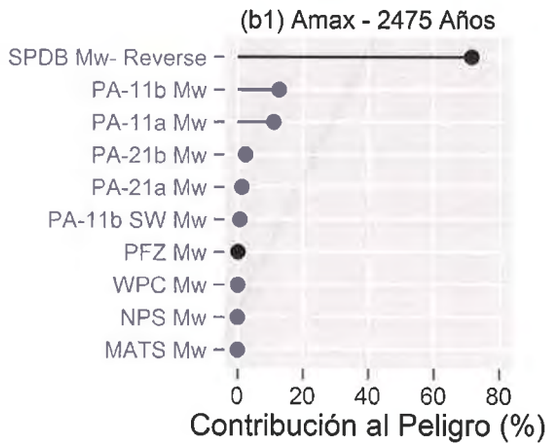
PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Desagregación Peligro Sísmico por Epsilon (Vs30 = 760 m/s)					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	DAG_Vs30_760_Epsilon_sp.png
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 13**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

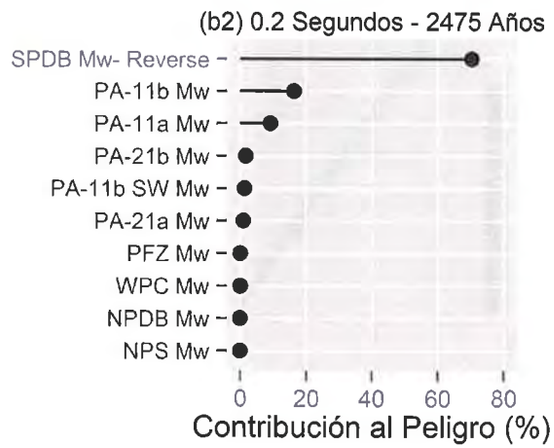
Wed Nov 12 22:50:21 2014 EHsao

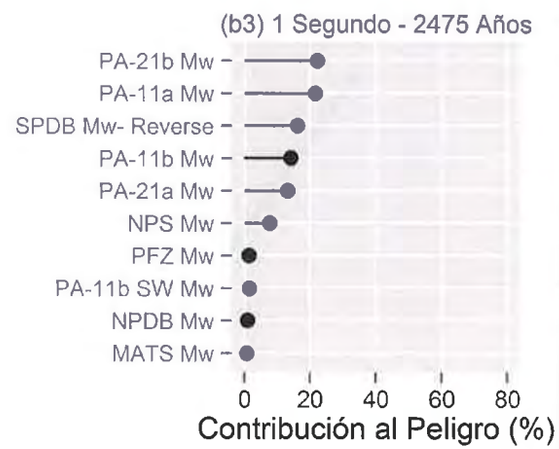








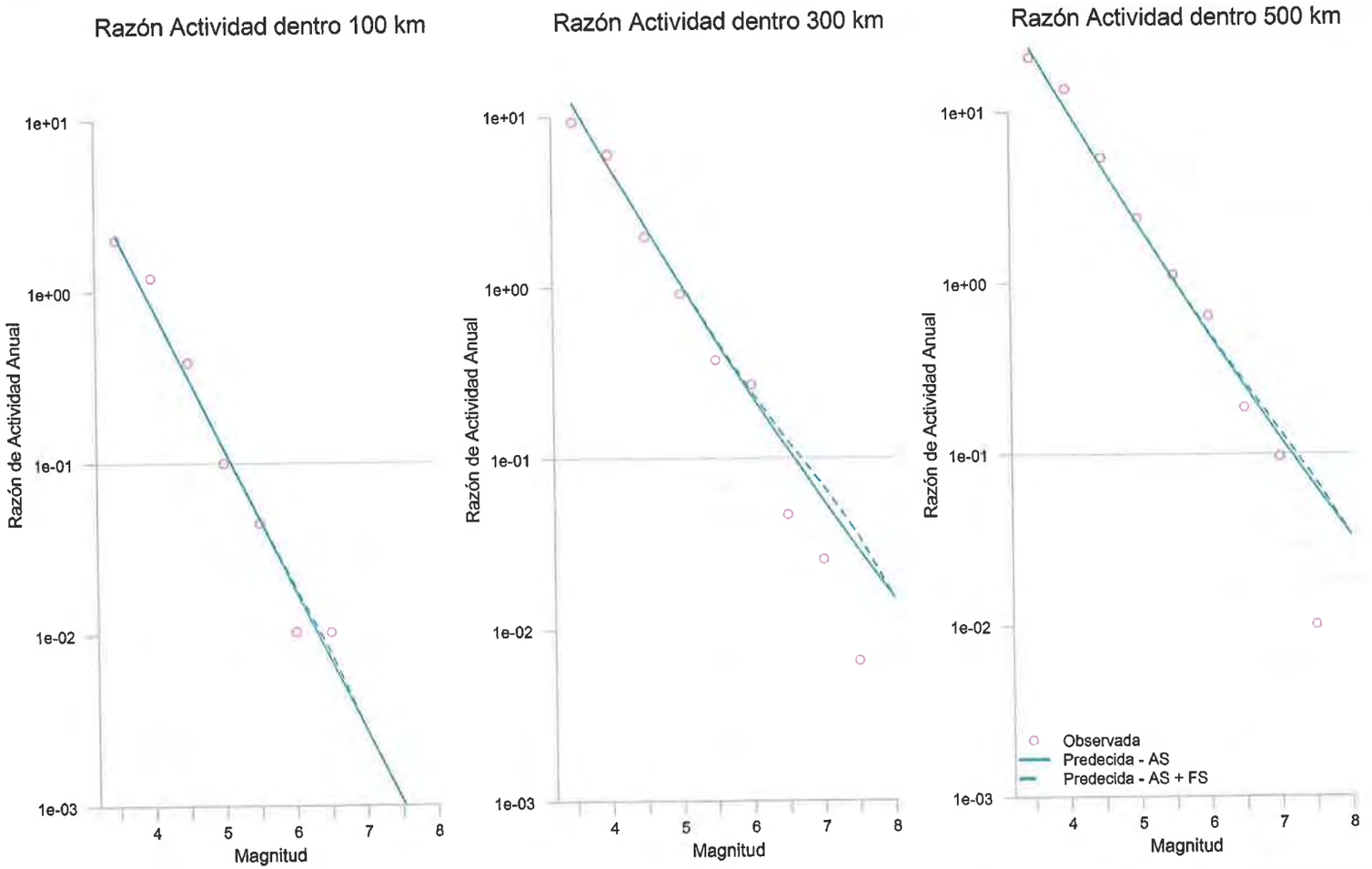




PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Contribución al Peligro Sísmico por Fuentes Sísmicas (Vs30 = 760 m/s)					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	DAG_Vs30_760_CON_sp.prn
	DISEÑO	EH	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 14**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:50:29 2014 EHalas

1274
12.15



PERSHIMCO	ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO				
	PERSHIMCO RESOURCES INC				
	PROYECTO CERRO QUEMA, PANAMA				
Comparación entre Sismicidad Observada y Predecida					
Golder Associates	PROYECTO NO. 14-00908			ARCHIVO	Comp_PredSeismicity.grd
	DISEÑO	FL	Jun 15 2014	ESCALA NTS	REV. 0
	CHEQUEO	EH	Jun 20 2014	**FIGURA 15**	
	REVISION	AH	Jul 03 2014		

Wed Nov 12 22:53:37 2014 EHsiao

APÉNDICE A

Memorándum Técnico Investigación Fallas Sísmicas Proyecto Cerro Quema

TECHNICAL MEMORANDUM

Date:	Noviembre 24, 2014	**Project No.:**	1400908.001 CQ04 GAI-002-TM V4 - spanish
To:	Gene Tortelli	**Company:**	Golder Associates Inc.
From:	Alan Hull		
cc:		**Email:**	ahull@golder.com

RE: INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA

Este memorándum técnico presenta los resultados de nuestra evaluación de peligro de ruptura superficial por falla sísmica basada en trabajos de campo para el sitio del Proyecto Cerro Quema, en la Península de Azuero, Panamá.

1.0 INTRODUCCIÓN

Golder está bajo contrato para realizar estudios de ingeniería a nivel de pre-factibilidad que cumpla con el requerimiento 43-101 en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Golder además está apoyando el estudio de Impacto Social y Ambiental (Environmental and Social Impact Assessment, ESIA) con el desarrollo de un estudio de peligro sísmico especifico de sitio, así como estudios de línea base geoquímica e hidrogeológica. Como parte de los estudios ESIA se requiere el desarrollo de análisis sísmicos específicos de sitio y parámetros de diseño para análisis sísmicos a nivel de pre-factibilidad. Estos estudios incluyen la identificación y caracterización de las principales fuentes sísmicas regionales; así como un evaluación de campo del potencial de ruptura superficial de la Falla Rio Joaquín ubicada debajo de la pila de lixiviación propuesta Maricela (Maricela heap leach facility, HLF).

Pershimco identifico que esta evaluacion del potencial de ruptura superficial por falla sismica era necesaria para avanzar en los procesos de permiso y diseno, en particular para el HLF Maricela y para los botaderos Chontal Superior (Upper Chontal waste rock dump, WRD). Este memorándum técnico presenta los resultados de nuestra evaluación de campo realizada entre el 7 al 11 de Abril 2014. El reconocimiento aéreo en helicóptero (proporcionado por Pershimco) se realizó el 10 de Abril 2014.

1.1 Alcance del Trabajo

El alcance del trabajo de Golder para Pershimco se estableció en nuestra propuesta P1400908 con fecha 27 de Marzo 2014. La propuesta contiene el alcance del trabajo para los estudios sísmicos que incluyen una fase de estudios de campo para la evaluación de fallas sísmicas activas conocidas dentro de los 20 km del sitio del proyecto. Las actividades del trabajo de campo incluyen:

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

- Revisión de la estratigrafía y estructura de las unidades geológicas dentro y en los alrededores del sitio del Proyecto Cerro Quema.
- Mapeo en campo de la Falla Rio Joaquín dentro y en los alrededores del sitio del sitio de la pila de lixiviación.
- Reconocimiento aéreo de las fallas dentro y en los alrededores del sitio de las principales instalaciones (pila de lixiviación, botaderos, tajos y principales instalaciones) en el sitio del Proyecto Cerro Quema
- Reconocimiento aéreo de las fallas regionales al sureste y suroeste del sitio del proyecto.
- Revisión de la ubicación y razones de desplazamiento de cualquier falla Cuaternaria (últimos 2.6 millones de años) para la región dentro de los 100 km del sitio del proyecto.
- Preparación de un registro fotográfico de las principales características examinadas en el terreno.
- Preparación de una actualización de los parámetros de falla reportados en Golder (2014) para ser usados en el análisis de peligro sísmico para el sitio del Proyecto Cerro Quema.

Los criterios de diseño sísmico se requieren para los análisis de pre-factibilidad y diseños para la pila de lixiviación Maricela, los botaderos Quema Sur y Chontal Superior, así como estructuras ingenieriles adicionales.

1.2 Peligro de Ruptura Superficial por Falla Sísmica

Una falla es una fractura plana en la Tierra a lo largo de la cual ocurre desplazamiento en respuesta a los esfuerzos acumulados en la corteza de las rocas. Las fallas pueden tener desplazamientos tanto horizontales como verticales, aunque generalmente predomina un solo tipo de desplazamiento. Las rocas antiguas generalmente muestran varias generaciones de fallas y diferentes direcciones de desplazamiento que se desarrollaron en diferentes periodos durante su evolución geológica. La cantidad de movimiento total en cualquier falla depende de su área (longitud y profundidad) y la cantidad total de deformación que se acumula en las rocas adyacentes a la falla. Por ejemplo, fallas con desplazamientos totales pequeños (< 10 m) son generalmente de longitud y profundidad corta (menores a 100 m). Fallas con desplazamientos totales mayores (100s de metros) se han movido repetidamente a lo largo del mismo plano. Las fallas más largas han acumulado desplazamientos totales verticales y horizontales de 1000s de metros a 100s de kilómetros, respectivamente. Estos movimientos repetidos o cíclicos en la falla en tiempos geológicos resultan en largos escarpamientos lineales y el desarrollo de montañas, cuencas y regiones con relieve topográfico empinado.

Para identificar el potencial de ruptura superficial por falla sísmica, las fallas importantes son aquellas que están acumulando deformaciones en el campo de deformaciones del actual régimen tectónico. Estudios empíricos indican que solamente las fallas más largas generan desplazamientos en la superficie del terreno, y son estas fallas las que presentan un peligro significativo a las estructuras ingenieriles. Por ejemplo, muchas de las rupturas superficiales ocurren en áreas geológicamente activas, tienen desplazamientos superficiales individuales horizontales y/o verticales que van desde los 100 mm a 10 m,

y están asociados con sismos moderados a grandes (magnitud momento **M** ≥ 6). Además, estas rupturas superficiales usualmente muestran desplazamientos repetidos en la misma ubicación por miles a millones de años.

1.2.1 Clasificación de la Actividad en la Falla

Las evaluaciones de peligro por sismo para infraestructura minera generalmente se centran en la identificación y caracterización de fallas sísmicas debido a que son estas fallas las que tiene la mayor posibilidad de generar desplazamientos superficiales futuros así como sismos moderados a grandes en el sitio de interés. Por lo tanto, si las fallas mapeadas en el Cerro Quema presentan un peligro de ruptura superficial, entonces son fallas sismogénicas – fallas asociadas a sismos con repetidas rupturas superficiales durante el periodo Cuaternario (últimos 2.6 millones de años).

La Comisión Internacional para Grandes Presas (International Commission on Large Dams, ICOLD 2010) define una falla activa como:

> *Una falla, que es razonablemente ubicada e identificada, que se conoce ha producido sismos históricos o ha mostrado evidencia de movimientos en el Holoceno (últimos 11,000 años), fallas largas que se han movido en el Pleistoceno Tardío (entre 11,000 y 35,000 años) y fallas importantes[1] que se han movido repetidamente en el Cuaternario (1.8 millones de años[2]).*

Aunque las guías ICOLD (2010) han sido desarrolladas para el diseño de presas de agua, estas guías son comúnmente aplicadas para presas de relaves y otras instalaciones mineras. Debido a que la definición de falla sísmica activa dada por ICOLD (2010) ha sido desarrollada para un uso global, consideramos que esta es apropiada y practica para su aplicación en el sitio del Cerro Quema, en particular porque está ubicada cerca de un margen tectónico caracterizado por la alta frecuencia de ocurrencia de sismos con fallas conocidas con una razón de desplazamiento alto (≥ 1 mm/año).

Este estudio evalúa si es que la Falla Rio Joaquín puede clasificarse como active basada en la definición del ICOLD (2010). Además, si esta es activa, evaluar cuál es su potencial de ruptura superficial dentro de la pila de lixiviación Maricela.

2.0 MARCO GEOLÓGICO DEL SITIO DEL PROYECTO CERRO QUEMA

2.1 Marco Tectónico

El sitio del Proyecto Cerro Quema está ubicado en la región Los Santos en el suroeste de Panamá, alrededor de 200 km al sur-suroeste de la ciudad de Panamá (latitud 7.54547°N, longitud 80.53857°W), como se muestra en la Figura 1. La Republica de Panamá está ubicada en la Microplaca Panamá – un

[1] Nótese que ICOLD no proporciona criterios para definir las características de fallas "largas" o "importantes".
[2] Estudios geológicos recientes indican que el Periodo Cuaternario se extiende hasta 2.6 millones de años atrás.

bloque rígido de corteza continental un la unión de las Placas del Caribe, América del Sur, Cocos y Nazca (Kellogg y Vega 1995). La Microplaca Panamá está sobre las placas de subducción Cocos y del Caribe; y una falla de desplazamiento sinistral que se desarrolló entre la Microplaca Panamá y la Placa de Nazca.

Las actuales velocidades de placa interpretadas de mediciones GPS (Trenkamp et al 2002; Bennett et al. 2014) y datos paleosísmicos (Rockwell et al. 2010a) muestran una convergencia consistente hacia el este de Panamá hacia la Placa de América del Sur con velocidades de 10 a 15 mm/año en Nicaragua a 30 mm/año en Panamá central, la costa Colombiana y el Ecuador. Estos desplazamientos relativos de placa son acomodados principalmente en el Cinturón Deformado del Sur de Panamá (SPDB, Figura 1).

2.1.1 Estratigrafía General del Sitio

Corral et al (2011) presentaron un modelo estratigráfico, así como un mapa geológico y secciones transversales de la geología en el área del Cerro Quema. El modelo estratigráfico se reproduce en la Figura 2. Nuestras observaciones de campo indican que el modelo estratigráfico puede en general ser aplicado al distrito del Cerro Quema, sin embargo, los detalles de las estructuras y afloramientos individuales pueden ser diferentes a los mostrados en los planos geológicos y secciones transversales dadas por Corral et al. (2011).

La unidad inferior de la Formación Rio Quema consiste en rocas de flujo de lava andesítica, areniscas ricas en cristales, y turbiditas interestratificadas con calizas hemipelágicas (Foto 1). Esta secuencia volcánica sedimentárica es interpretada por Corral et al. (2011) como una representación de un ambiente de deposición cercano a la actividad volcánica frontal hace 70 millones de años. Las unidades de caliza representan periodos de cuando la razón de actividad volcánica fue mucho menor y ocurrió la depositación marítima no volcánica. Las unidades superiores de la Formación Cerro Quema contienen rocas de erupciones de domos de lavas submarinas (Foto 2) que se infieren actuaron como barreras para controlar los patrones de sedimentos marinos y volcanoclásticos. Por ejemplo, los taludes del sur de los domos dacíticos tienen una proporción más alta de sedimentos distales que incluyen unidades volcanoclásticas, turbiditas, limolitas y flujos menores de lava andesítica (Foto 3). Al norte de los domos dacíticos, las unidades comprenden rocas volcánicas masivas, diques, y solo unidades menores volcanoclásticas y de caliza (Foto 4). Esta secuencia sedimentaria sugiere una depositación cercana a un arco volcánica en contraste con el lado sur donde las unidades estratigráficas son sedimentos depositados lejos del arco volcánico. La unidad superior de la Formación Rio Quema esta penetrada por cuarzos dioríticos relaciones con el arco volcánico y diques granodioríticos.

La Formación del Rio Quema del Cretáceo-Paleogénico Tardío está debajo de la Formación Tonosi. Estudios de Kolarsky y Mann (1995) dividen la Formación Tonosi en unidades superiores e inferiores, con la unidad inferior constituida por unidades marítimas superficiales y terrestres; y la unidad superior constituida por areniscas interestratificadas con limolitas y sedimentos calcáreos depositados en el fondo

del océano. La Formación Tonasi parece haber sido depositada hace 40 a 15 millones de años (Periodo Paleogenico Tardio al Neogenico Medio). Kolarsky y Mann (1995) mapearon las rocas horizontales de la Formación Tonasi a lo largo de la costa suroriental de la Península Azuero (Foto 5). Pequeños afloramientos de la Formación Tonasi afloran al sur y dentro del componente del Proyecto Cerro Quema.

Los depósitos del Periodo Cuaternario y Neogénico Tardío (15 millones de años al presente) están generalmente ausentes dentro del área de Cerro Quema. Depósitos aislados de sedimentos aluviales del aparentemente Holoceno (últimos 11,700 años) están preservados dentro y sobre terrazas que rodean el Rio Quema y sus tributarios (Foto 6). Cerca de la costa del Pacifico se observan grandes planicies aluviales que están preservadas y rodeando los canales actuales de los principales ríos (Foto 7). Estos depósitos aluviales están encima de un aluvial Cuaternario de espesor desconocido.

3.0 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA FALLA

En esta sección se describe los resultados de nuestras investigaciones de campo y oficina del potencial de ruptura superficial por falla sísmica en el sitio del Proyecto Cerro Quema. Esta sección se centra principalmente en la ubicación y actividad de la falla del Rio Joaquín debido a que esta es una estructura geológica importante y su mapeamiento indica que se extiende debajo del sitio de la pila de lixiviación Maricela.

3.1 Falla Rio Joaquín

La Falla Rio Joaquín fue inicialmente mapeada y nombrada por Buchs (2008) basada en un mapeo de campo regional e interpretación de imágenes de satélite con escala reducida. Una definición más detallada de la Falla Rio Joaquín fue luego completada por Corral et al. (2011), quienes mapearon la Falla Rio Joaquín con rumbo este-oeste dentro y adyacente al sitio del Proyecto Cerro Quema. Corral et al. (2011) reportaron que la falla es del tipo reversa con un buzamiento empinado con un desfase vertical mínimo de 300 a 400 m (el lado norte encima) basados en criterios estratigráficos. Ellos notaron que la falla está marcada por brechas de falla y tajos tensionales subparalelos.

La interpretación del sondeo geofísico realizado por Geotech (2012) indica un marcado gradiente en la tendencia magnética este-oeste en el campo de intensidad magnético total reducido al polo en el área del Proyecto Cerro Quema (Figura 2). Este gradiente magnético tiene la misma ubicación general que el trazo superficial de la Falla Rio Joaquín mapeada por Corral et al (2011), y se asume que es la firma magnética del desplazamiento de la falla.

3.2 Observaciones de Campo

El trazo de la Falla Rio Joaquín en el sitio del Proyecto Cerro Quema es un lineamiento este-oeste en la base de las rocas dioríticas y cuerpos mineralizados debajo del sitio del tajo La Pava en el oeste (Foto 8) y paralela a la Quebrada de Quema en el este (Foto 9). Para este estudio, se observó en detalle la

naturaleza de la Falla Rio Joaquín a lo largo de cerca de 3 km del trazo de la falla expuesta en Quebradas de Quema Dolores, Maricela y Seca.

La falla varía considerablemente en carácter como se evidencia en las rocas volcanoclasticas en los canales secos de estas quebradas y adyacentes a áreas de corte de los caminos. La falla, o más correctamente zona de falla, comprende una serie de rumbos este-oeste y noroeste-sur, buzando profundamente (> 50º) planos de fallas (Fotos 10 y 11) con asociadas zonas apretadas. Estas fallas expuestas ocurren sobre una zona de más de 500 m en la Quebrada Maricela y la Quebrada de Quema. Las fallas son generalmente encontradas en las rocas volcanoclasticas al sur del contacto con las lavas dioríticas, a pesar de que se observaron algunas zonas de corte en las dioritas.

El carácter de la zona de falla expuesta en Quebrada Seca (Foto 12) es diferente a las observadas en otros sitios. En Quebrada Seca, la falla tiene un ancho de zona de hasta 5 m con gubia y cataclasitas desarrolladas en rocas volcanoclasticas cercanas al contacto inferido entre las rocas sedimentarias e ígneas con la Unidad Superior de la Formación Rio Quema. Una terraza joven aluvial esta sobre esta zona de falla, pero no está desplazada por esta (Foto 13).

Observaciones a lo largo de la sección de 3 km de la Falla Rio Joaquín, así como observaciones adicionales del staff geológico de Pershimco sugiere que esta falla es posiblemente no importante y no es una estructura intrusiva con cantidad de desplazamiento significativo. Ciertamente, a excepción de Quebrada Seca, todas las fallas comprenden una zona ancha de fallas subparallelas, relativamente menores. Solo la zona de falla más ancha expuesta en Quebrada Seca (Foto 14) sugiere una falla que ha acumulado desplazamiento significativo. Mapeos adicionales desarrollados por geólogos de Pershimco debiera revelar una imagen más completa de la naturaleza de la Falla Rio Joaquín, sin embargo, basados en las observaciones durante este estudio la Falla Rio Joaquín no puede ser considerada una característica tectónica importante.

3.3 Evaluación de Actividad de la Falla

Según la guía ICOLD (2010), una falla active incluye fallas principales que muestran evidencia de movimientos repetidos en el Periodo Cuaternario. Además, están incluidas fallas largas que han demostrado movimiento en los últimos 35,000 años. Asados en los 3 km de la Falla del Rio Joaquín examinados en este estudio, concluimos que la Falla Rio Joaquín no es ni una falla principal ni una falla larga. Además, no se encontró evidencia tectónica geomorfológica como desfases en ríos, lineamientos principales (Sección 4) para indicar que la Falla Rio Joaquín se ha movido en el Periodo Cuaternario. Debido a esto, es la opinión de Golder que basados en la falta de continuidad a lo largo de su rumbo, asi como ninguna evidencia de desplazamiento superficial reciente, la Falla Rio Joaquín no está activa en términos de la definición de ICOLD (2010) para fallas activas.

El trazo de la Falla Rio Joaquín intersecta el sitio del propuesto botadero Upper Chontal (Foto 15 y 17) y el sitio de la propuesta pila de lixiviación Maricela. No consideramos que la Falla Rio Joaquín presente un peligro de ruptura superficial a estas dos instalaciones. Además se han evaluado las ubicaciones de los propuestos botaderos Chontal Superior para peligro de ruptura superficial por falla sísmica. No se encontró evidencia de que fallas principales o largas pasen a través de sus huellas, o que una falla activa del Holoceno este ubicada en el sitio del propuesto botadero Chontal.

4.0 OTRAS FALLAS

En esta sección se describe tres fallas principales mapeadas por Cowan et al. (1998) y observadas durante el reconocimiento aéreo realizado en este estudio.

4.1 Zona de Falla Azuero-Soná

La estructura geológica a macro escala más prominente en la Península Azuero es la falla Azuero-Soná con rumbo noroeste-sureste (Figura 1). Esta zona de falla está localizada a 15 km del suroeste del sitio propuesto para la pila de lixiviación Maricela, a su distancia más cercana. Geológicamente, la falla separa dos diferentes basamentos volcánicos (e.g. Kolarsky y Mann 1995). Rocas en el lado suroccidental de la falla son flujos de basamento masivo y lavas interestratificadas con sedimentos volcanoclásticos. Los basamentos rocosos al noreste de la falla son arcos volcánicos de isla con basalto, andesitas y dacitas interestratificadas con sedimentos.

La Falla Azuero-Soná tiene en muchos lugares un trazo de superficie prominente con la topografía del suroeste de la Península Azuero (e.g. Cowan et al. 1998; Rockwell et al., 2010a). Cerca de la costa (Foto 7) la falla está marcada por una escarpa de 200 a 300 m de altura a lo largo del lado suroccidental del Valle del Rio Guanico (Foto 18). Rockwell et al. (2010a; Figura 2) nota la marcada expresión topográfica y desfases laterales sinestrales. La Foto 19 es una vista del trazo de falla cerca de la confluencia del rio Noneca y el Rio Quebro como la mostrada también por Rockwell (2010a). En general, la falla Azuero-Soná puede ser identificada a lo largo de sus 68 km de trazo en el terreno en el suroeste de la Península Azuero. Tanto las escarpas empinadas (Foto 20), la topografía disturbada con obvios desfases laterales (Foto 21), como los angostos valles con rumbo noroeste (Foto 22) y escarpamientos topográficos (Foto 23) testifican la reciente ruptura superficial a lo largo de la falla. Estas características tectónicas geomorficas indican que el sentido del desplazamiento envuelve tanto desplazamientos verticales como laterales sinestrales.

La razón de desplazamiento y el potencial sísmico de esta falla principal, sin embargo, son desconocidos. Cowan et al. (1998) clasifica la razón de desplazamiento como "desconocida", y con un tiempo al más reciente movimiento probablemente de menos de 1.6 millones de años. Rockwell et al. (2010a) están confiados que la falla sea activa, sin embargo, ellos tampoco poseían información acerca de su razón de desplazamiento promedio. Eldon Gath (comunicación personal) sugiere que la Falla

Azuero-Soná puede tener un desplazamiento promedio tan alto como 10 mm/año basado en el modelo de Rockwell et al. (2010) para la deformación interna de la Microplaca Panamá. Desafortunadamente, estudios existentes, incluyendo este estudio, no proporcionan nuevas evidencias para limitar la razón de desplazamiento de la Falla Azuero-Soná. Aunque la expresión geomorfológica tectónica de la falla indica probablemente múltiples superficies de ruptura inferidas del desfase topográfico, se requieren estudios de campo completos para proveer una evaluación cuantitativa de la razón de desplazamiento promedio de la falla.

4.1.1 Falla Bucaro

Cowan et al. (1998) mapearon a una falla con expresión pobre y discontinua (PA-11b) que se extiende desde el Golfo de Panamá por unos 40 km al noroeste a lo largo del margen suroccidental del Valle Tonasi. Ellos describen esta falla sin nombre como una falla normal con buzamiento nororiental paralela a la Falla Azuero-Soná. Esta falla ha sido informalmente denominada Falla Bucaro en referencia al pueblo costero donde la falla ocurre.

A su extremo sur, la Falla Bucaro forma el margen suroccidental del Valle del Rio Tonasi (Foto 24). La máxima separación topográfica vertical es de 300 m entre el piso del valle y las montañas detrás de Bucaro, pero la separación vertical total es mucho mayor debajo del espesor desconocido de material aluvial en el Valle Tonasi. Al noroeste de Bucaro (Foto 25), el escarpamiento tiene un mínimo de 450 a 500 m. La expresión geomórfica de la falla es generalmente subducida y mostrada como un frente empinado, con espolones y un derrame escalonado en un abanico antiguo aluvial. No se observa un escarpamiento claro con el amplio valle de tendencia norte-sur al noroeste de Bucaro. Mientras que el drenaje con el valle es en dirección norte, la falla Bucaro no está bien desarrollada a través del valle Holocénico inferido. La falta de un escarpamiento y muchas otros escarpamientos "frescos" a lo largo de la longitud de falla sugieren que a pesar de que la falla sea Cuaternaria (últimos 2.6 millones de años), hay poca evidencia de ruptura superficial reciente. De acuerdo a esto, esta falla es ya sea inactiva o tiene una razón de desplazamiento actual muy baja.

4.1.2 Zona de Falla Rio Flores

El lado final nororiental del Rio Flores está ubicado a 30 km del suroeste de la Mina Cerro Quema. La mayoría de la falla ha sido mapeada fuera de la costa (Cowan et al. 1988). Solo 20 km de la parte nororiental de la falla se extiende 20 km dentro de la costa (Foto 26) al Rio Pavo (Foto 27) a lo largo del margen sur del Valle del Rio Cacao en el suroeste de la Península Azuero.

La expresión superficial de la Falla Rio Flores es similar a la de la Falla Bucaro. Hay aparentemente 200 m de separación vertical de las montañas costeras y hasta 1000 m de relieve topográfico al lado oriental del lado final de la falla. Sin embargo, no es claro, si todo el relieve topográfico tiene un origen asociado a desplazamiento de falla y si puede haber sido causado por erosión diferencial. El trazo de

falla no está muy bien definido más allá de las pendientes empinadas en las cabezas de los principales abanicos aluviales disectados (Foto 27). Nuestro reconocimiento aéreo no identifico alguna ubicación donde los escarpamientos de fallas estén bien preservados y/o indiquen ruptura superficial reciente. Aunque la falla pueda tener desplazamientos en el Periodo Cuaternario (últimos 2.6 millones de años), no existe evidencia conocida de desplazamientos en la Época del Holoceno (últimos 11,700 años). De acuerdo a esto, esta falla es inactiva o presenta una razón de desplazamiento promedio actual muy bajo.

5.0 CONCLUSIONES

- La zona de Falla Rio Joaquín tiene un rumbo este-oeste en el sitio del Proyecto Cerro Quema. La falla usualmente (pero no siempre) marca el contacto entre los sedimentos volcanoclásticos y lavas dacíticas en la Unidad Superior de la Formación del Rio Quema de Corral et al. (2011).

- Las fallas dentro de la zona de falla tienen buzamientos empinados con rumbo noreste y oeste noroeste con gubia y zonas de cataclasitas menores a 1 m de ancho.

- Solo la Quebrada Seca tiene una zona ancha (alrededor de 5 m) de gubia y cataclasitas que indican la presencia de una falla importante. La falta de continuidad de esta ancha zona a lo largo de su rumbo, sugiere que la falla Rio Joaquín no es ni larga ni una falla principal en términos del ICOLD (2010).

- No se identificó ninguna evidencia de estratigrafía tectónica geomórfica que indique que la Falla Rio Joaquín ha tenido ruptura superficial en la Época del Holoceno (últimos 11,700 años).

- Golder considera que la Falla Rio Joaquín no es una falla activa en términos de lo definido en ICOLD (2010). En este contexto, Golder considera que no existe peligro de ruptura superficial por falla sísmica en el sitio del botadero propuesto Chontal Superior and el sitio de la propuesta pila de lixiviación Maricela.

- La Falla Azuero-Soná está ubicada a 18 km del sitio del proyecto. Observaciones del reconocimiento aéreo de escarpados "frescos", desfases sinestrales y topografía perturbada, y valles alineados evidencian que la falla Azuero-Soná esta activa. La razón de desplazamiento se desconoce debido a que los estudios existentes no han sido llevados con suficiente detalle para definir una razón de desplazamiento promedio.

- Las Fallas Bucaro y Rio Flores están ubicadas aproximadamente a 10 y 30 km del sitio del Proyecto, respectivamente. Ambas fallas tienen marcados desfases verticales de 100s de metros y evidencias de escarpados empinados a lo largo de partes de su trazo

superficial. Hemos encontrado, sin embargo, que no existe clara evidencia de ruptura superficial por fallas en el Holoceno. Ambas de estas fallas principales han tenido probablemente alguna actividad durante el Cuaternario y se clasifican como activas en términos de las guías ICOLD (2010). La falta de geomorfológica tectónica muy reciente y desfases de superficies aluviales jóvenes sugieren que ambas fallas tienen una razón de desplazamiento promedio muy bajo.

6.0 REFERENCIAS

Bennett, R., Spinler, J., Compton, K., Rockwell, T., Gath, E., 2014, Global Positioning System constraints on active crustal deformation in Central Panama, Seismological Research Letters 85, p. 278-283.

Corral, I., Greiera, A., Gomex-Gras, D., Corbella, M., Canals, A., Pineda-Falconett, M., Cardellach, E., 2011. Geology of the Cerro Quema Au-Cu deposit (Azuero Peninsula, Panama). Geologica Acta 9, p. 1-18.

Cowan, H., Machette, M.N., Haller, K.M. and Dart, R.L., 1998, Map and Database of Quaternary Faults and Folds in Panama and its Offshore Regions, A project of the International Lithosphere Program Task Group II-2, Major Active Faults of the World, USGS OFR 98-779.

Geotech, 2012, Report On A Helicopter-Borne Versatile Time Domain Electromagnetic (Vtem), Gamma-Ray Spectromerty and Aeromagnetic Geophysical Survey, Cerro Quema Project, 21pp.

International Committee of Large Dams (ICOLD). 2010. Bulletin 72: Selecting seismic parameters for large dams guidelines (2010 Revision). Committee on Seismic Aspects of Dam Design. CIGB-ICOLD.

Kellogg, J.N. and Vega, V., 1995, Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: Constraints from global positioning system geodetic studies and gravity, Geological Society of America Special Paper 295.

Kolarsky, R., Mann, P., 1995, Structure and neotectonics of an oblique-subduction margin, southwestern Panama, Geological Society of America Special Paper 295, p. 159-200.

Pershimco Resources Inc., 2013. Fact Sheet available at http://www.pershimco.ca/s/FactSheet.asp dated July 2013.

Montero, W., 2001, Neotectónica de La Región Central de Costa Rica: Frontera Oeste De La Microplaca De Panamá, Revista Geológica de América Central, 24: 29-56

P & E Consultants, 2012. Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Cerro Quema Project, Los Santos Province, Panama, Report N°251 prepared for PERSHIMCO Resources Inc., dated November 2, 2012.

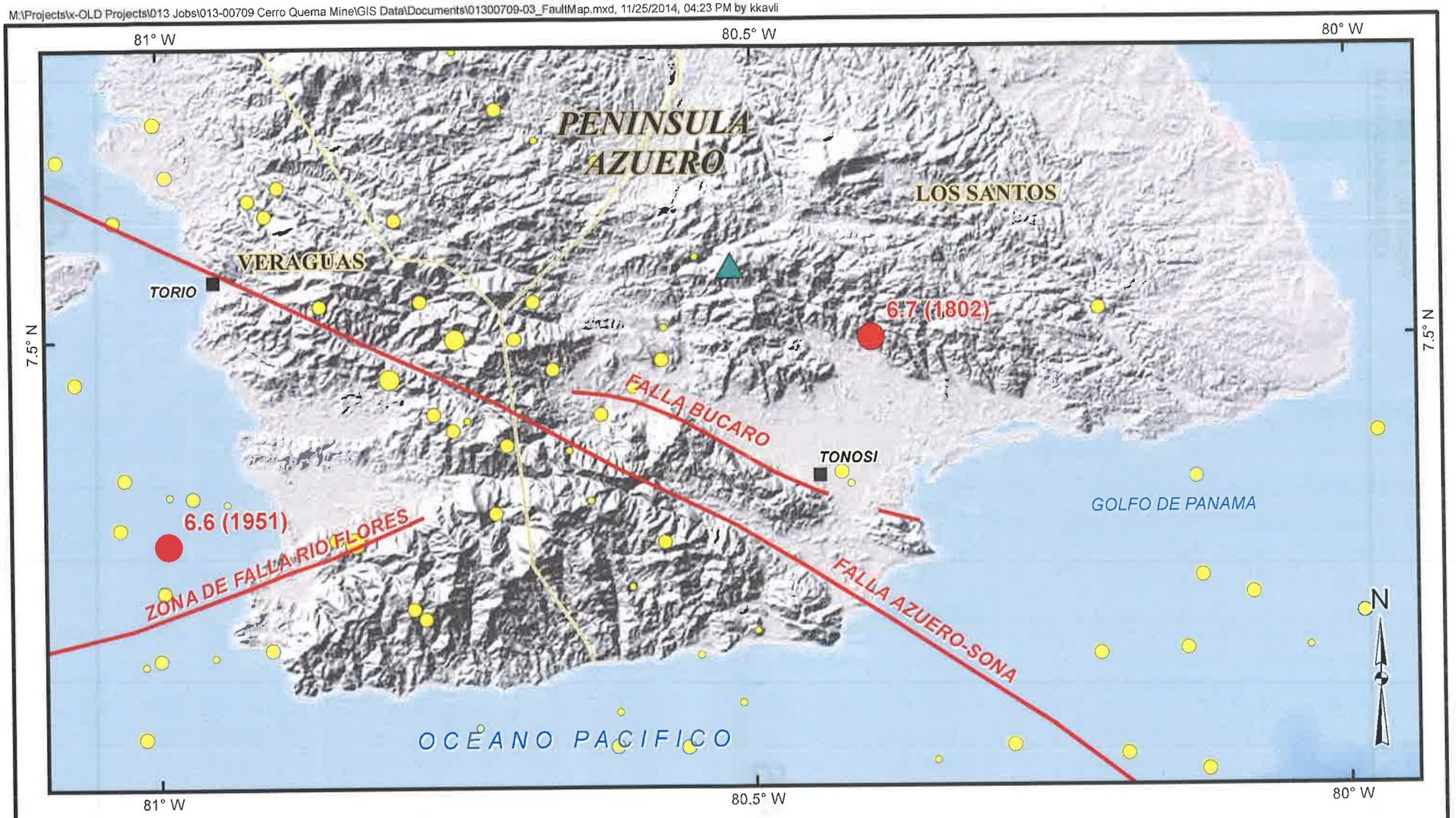
Rockwell, T., Bennett, R., Gath, E., Franceschi, P., 2010a, Unhinging an indenter: A new tectonic model for the internal deformation of Panama, Tectonics 29, TC4027, doi:10.1029/2009TC002571, 2010

Rockwell, T., Gath, E., Gonzalez, T., Madden, C., Verdugo, D., Lippincott, C., Dawson, T., Owen, L.A., Puchs, M., Cadena, A., Williams, P., Weldon, E. and Franceschi, P., 2010b, Neotectonics and paleoseismology of the Limon and Pedro Miguel Faults in Panama: Earthquake Hazard to the Panama Canal, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 100, No. 6, 34 p.

Trenkamp, R., Kellog, J., Freymueller, J., Mora, H., 2002, Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations, Journal of South American Earth Sciences, 15. p.157-171.

FIGURAS

M:\Projects\x-OLD Projects\013 Jobs\013-00709 Cerro Quema Mine\GIS Data\Documents\01300709-03_FaultMap.mxd, 11/25/2014, 04:23 PM by kkavli



LEYENDA

- SITIO PROYECTO CERRO QUEMA
- CIUDAD
- FALLAS CUATERNARIAS ACTIVAS

EPICENTEROS

MAGNITUD

- < 4.0
- 4.0 - 4.9
- 5.0 - 5.9
- > [illegible] AGNITUD (AÑO DE SISMO)

6.3 (1960)

8.5 0 8.5 KILOMETROS

REFERENCIAS

1. SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zone 17N
2. INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER GLOBAL EARTHQUAKE MODEL CATALOG (ISC-GCM)
3. MODIFICADO DE MAPA USGS Y BASE DE DATOS DE FALLAS CUATERNARIAS EN PANAMA Y REGIONES FUERA DE [illegible] STA (COWAN ET AL,1998)

PROYECTO

CERRO QUEMA - ESTUDIO PREFACTIBILDAD
PERSHIMCO RESOURCES INC.
LOS SANTOS, PANAMA

TITULO

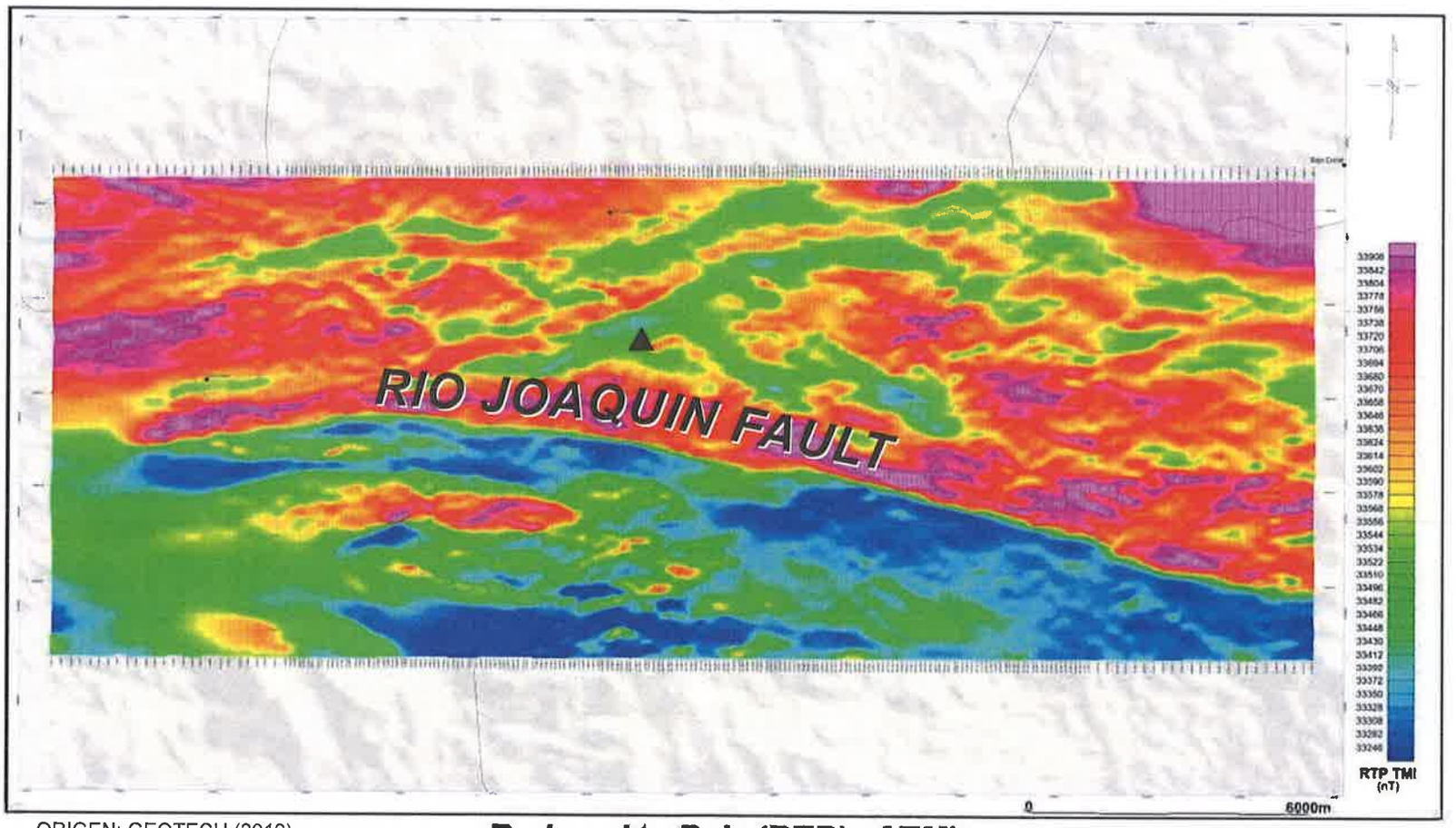
FALLAS CUATERNARIAS Y SISMOS HISTORICOS

Golder Associates

PROJECT NO. 013-00709			FILE No. 01300709-03_FaultMap.mxd	
DESIGN	DL	11/8/2013	SCALE: AS SHOWN	REV. 0
GIS	KJK	11/25/2014		
CHECK	CV	11/8/2013		
REVIEW	DL	11/8/2013		

FIG[illegible]A 1

M:\Projects\x-OLD Pro...\013 Jobs\013-00709 Cerro Quema Mine\GIS Data\Documents\01300709-04_GeoSurvey.mxd, 11/25/2014, 03:38 PM by kkavli



N

ORIGEN: GEOTECH (2012).

Reduced to Pole (RTP) of TMI

LEYENDA

▲ SITIO PROYECTO CERRO QUEMA

PROYECTO
CERRO QUEMA - ESTUDIO PREFACTIBILDAD
PERSHIMCO RESOURCES INC.
LOS SANTOS, PANAMA

TITULO
MAPA MAGNETICO

Golder Associates

PROJECT NO. 013-00709			FILE No. 01300709-04_GeoSurvey.mxd	
DESIGN	DL	11/8/2013	SCALE: AS SHOWN	REV. 0
GIS	KJK	11/25/2014		
CHECK	CV	11/8/2013	**FIGURA 2**	
REVIEW	DL	11/8/2013		

4282
1783

FOTOS

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 1 Afloramiento de capa de la Formación Rio Quema caliza en el canal Quebrada Seca	
FOTO 2 Afloramiento masivo de diorita aproximadamente 300 m al suroeste del área "Staging Platform".	

Titulo Proyecto: **INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA**



FOTO 3

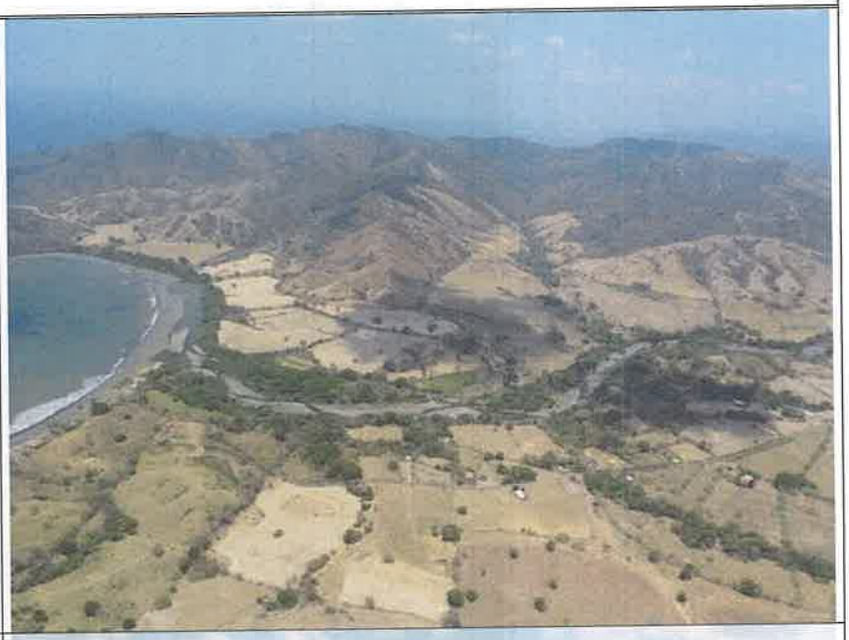
Afloramiento de la Formación Rio Quema caliza y sedimentos de matriz fina aproximadamente 1 km al norte de "Staging Area".



FOTO 4

Rocas sedimentarias volcanoclásticas de la Formación Rio Quema expuestas en el canal de la Quebrada Maricela.

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 5 Formación Tonosi expuesta en la plataforma costera y terrenos costeros a lo largo de la costa suroriental de la Península Azuero.	
FOTO 6 Terraza aluvial preservada encima de la Quebrada Dolores aproximadamente 3.3 km al sureste de "Staging Platform".	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 7 Vista suroccidental sobre la desembocadura del Rio Guanico hacia Punta Cieba en la costa sureste de la Península Azuero. El llano aluvial es típico de las amplias, llanos aluviales bajos que rodean los principales ríos que drenan la Península Azuero.	
FOTO 8 Vista este a lo largo del alineamiento de la Falla Rio Joaquín (flechas) desde cerca al tajo Pava y Cerro Quema (el pico más alto en el lado superior izquierdo)	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 9 Vista occicental a lo largo de la Quebrada Quema a lo largo de Falla Rio Joaquin (flechas)	
FOTO 10 Plano de falla con buzamiento empinado con rocas volcanoclasticas meteorizadas expuestas en un corte de camino en un risco entre Quebrada Seca y Quebrada Maricela.	

Titulo Proyecto: **INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA**



FOTO 11

Falla subvertical expuesta (flechas) dentro de rocas volcanoclasticas en el Quebrada de Quema cerca de su confluencia con la Quebrada Dolores.



FOTO 12

Afloramiento de falla y gubia y cataclasita (color azul grisáceo) que marca la ubicación de la Falla Rio Joaquín expuesta en la Quebrada Seca.

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 13 Vista al oeste de algunos afloramientos mostrados en la Foto 12 (flechas). Las rocas separadas y rotas con la gubia que marcan que la falla no ha penetrado en o a desplazado las graveas aluviales (Holoceno) de encima.	
FOTO 14 Vista al norte sobre la propuesta pila de lixiviación Maricela y la Falla Rio Joaquín expuesta (flecha) en la Quebrada Seca. El canal al este (derecha) es la Quebrada Maricela.	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 15 Vista nororiental al lado sur del tajo Pava al sitio propuesto del botadero Chontal Superior – lado mirando al sur.	
FOTO 16 Vista norte al Rio Quema sobre la sección noroccidental del sitio del botadero propuesto Chontal Superior.	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 17 Vista norte al tajo La Pava y "Staging Area" (flecha amarilla) sobre el sitio de la propuesta pila de lixiviación Maricela y falla Rio Joaquín (flecha roja).	
FOTO 18 Vista oeste sobre el trazo de la Falla Azuero-Soná (flechas) aproximadamente 2 km del pueblo de Ave Maria.	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 19 Vista oeste al trazo de la Falla Azuero-Soná (entre flechas) en la confluencia del Rio Noneca y Rio Quebro aproximadamente 2 km al sur este del pueblo de Las Bocas.	
FOTO 20 Vista oeste hacia el trazo de la Falla Azuero-Soná (entre flechas) aproximadamente 3 km noroeste de Jobero.	

~~1288~~
1289

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 21 Vista suroccidental hacia el trazo de la Falla Azuero-Soná (entre flechas) cerca del pueblo de Guanico Arriba. La ceflexión de los canales indica movimiento lateral a lo largo de la falla.	
FOTO 22 Vista occidental sobre el bien desarrollado trazo lineal de la Falla Azuero-Soná (entre flechas).	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 23 Vista suroriental a lo largo del lado final noroccidental de la Falla Azuero-Soná (entre flechas) sobre la desembocadura del Rio Torio en el pueblo El Torio.	
FOTO 24 Vista occidental sobre la Falla Bucaro (flechas) al suroeste de Tonosi. La falla se indica por el empinado frente de la montaña hacia el norte.	

1289
1290

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 25 Vista al sur a través del escarpado de la Falla Bucaro cerca de La Corotua.	
FOTO 26 Vista noror ental a lo largo de la extensión fuera del mar de la zona de Falla Rio Flores (flechas)	

Titulo Proyecto:	INVESTIGACIÓN FALLAS SÍSMICAS PROYECTO CERRO QUEMA
FOTO 27 Vista al sur sobre las cabeceras de Cuenca y el abanico del Rio Pavo y parte del lado oriental de la zona de falla Rio Flores (flechas).	

~~1290~~
1291

Established in 1960, Golder Associates is a global, employee-owned organization that helps clients find sustainable solutions to the challenges of finite resources, energy and water supply and management, waste management, urbanization, and climate change. We provide a wide range of independent consulting, design, and construction services in our specialist areas of earth, environment, and energy. By building strong relationships and meeting the needs of clients, our people have created one of the most trusted professional services organizations in the world.

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 852 2562 3658
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Inc.
230 Commerce, Suite 200
Irvine, CA 92602
Tel: 714-508-4400
Fax: 714-508-4401

Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Ct., Suite 1000
Reno, NV 89521
Tel: 775-828-9604
Fax: 775-828-9645

Golder Associates

Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity

Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

ANEXO 3.7

Modelación de Ruido

Proyecto Minero Cerro Quema

TECHNICAL MEMORANDUM

Date:	Diciembre 21, 2015	**Project No.:**	15-38534
To:	Todd Minard	**Company:**	Golder Associates Inc, Reno
From:	Maria Sheen		
cc:	Benny Susi	**Email:**	Maria_sheen@golder.com
RE:	**MODELAMIENTO DE RUIDO E IDENTIFICACION DE IMPACTOS ACUSTICOS**		

INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) es el titular de la exploración y explotación del yacimiento de oro del Proyecto Minero Cerro Quema. Este Proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Chitre, Provincia de Herrera, en Tonosi Panamá.

La metodolcgía propuesta para el minado del Proyecto Cerro Quema será a tajo abierto. El proyecto en mención explotará dos tajos: Quema y La Pava; los cuales tendrán una vida útil de tres y seis años, respectivamente. En estos dos tajos propuestos se llevarán a cabo actividades de perforación, voladuras y excavación para extraer aproximadamente un total de 3.6 millones de toneladas de mineral y desmonte por año. El proceso de beneficio consistirá en el triturado del mineral, traslado del mismo a una pila de lixiviación y posterior sometimiento del material a procesos químicos hasta la obtención de barras dore como producto final.

Actualmente, PRO ha recibido los comentarios de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) con respecto a la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema. Bajo este contexto, la ANAM está solicitando una ampliación de la información relacionada con los impactos acústicos que podrían generarse a partir de la operación del Proyecto y los posibles efectos en las zonas pobladas más cercanas, mediante un modelamiento del ruido que incluya la atenuación sonora y un análisis acústico de la ruta de transporte cuando esta discurra próxima a zonas pobladas.

Para dar respuesta a la solicitud de la ANAM, Golder ha realizado un análisis de la atenuación de las isófonas, mediante el pronóstico de los niveles de ruido con base en modelos de atenuación y propagación sonora asociados a las actividades futuras del Proyecto Cerro Quema. Este modelo del ruido servirá para predecir los niveles sonoros a los cuales la población cercana estaría probablemente expuesta debido a la contribución del proyecto, y también permitirá estimar los impactos acústicos.

La operación minera Cerro Quema tiene planeado actividades de voladura durante las operaciones mineras. Las vibraciones generadas por las voladuras son de dos tipos: vibraciones en el aire, medidas

Golder Associates Inc.
6026 NW 1st Place
Gainesville, FL 32607 USA
Tel: (352) 336-5600 Fax: (352) 336-6603 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

en decibles lineales (dBL); y vibraciones en el suelo que son típicamente medidas en milímetros por segundo (mm/s). El área donde se está desarrollando el proyecto actualmente no alberga ninguna actividad industrial que afecte a las áreas naturales o pequeñas poblaciones. Las actividades de construcción pueden generar vibraciones en el aire y en el suelo, las cuales pueden ser percibidas normalmente por las viviendas que se encuentran cerca de carreteras. Dado que el proyecto se encuentra a más de 5km de la comunidad más cercana, las actividades de voladura no se sentirán en estas comunidades. Asimismo, las comunidades serán informadas del calendario de las voladuras a realizarse durante la operación del proyecto con la debida anticipación.

AREA DE ESTUDIO

Golder ha estimado los niveles de ruido y realizado el modelamiento acústico considerando las actividades de operación del Proyecto Minero Cerro Quema, el cual incluye las actividades en cada una de las instalaciones de la mina; como son los dos tajos abiertos, el depósito de material de roca estéril, la pila de lixiviación, actividades dentro de las instalaciones para el procesamiento del mineral, actividades dentro de la plataforma, el área de triturado, el transporte de material mediante faja, los caminos de acarreo (dentro de la mina) y la ruta de transporte.

ESTIMACION DE LOS NIVELES DE RUIDO

Las principales fuentes de emisión de ruido identificadas están asociadas con la generación de ruido proveniente de los motores de la flota minera, el funcionamiento de maquinarias y equipos, y el cargue y descargue de material (mineral y estéril). También se consideran como fuentes de ruido el transporte de mineral, el desmonte, las perforaciones, el triturado y el almacenamiento del material en pilas .La selección de los escenarios de modelamiento del ruido ambiental para la etapa de operación se basó en la información provista en el plan de minado y la descripción de las actividades mineras asociadas a esta etapa. Asimismo, se utilizaron las especificaciones técnicas de la flota minera, las maquinarias y equipos (tales como dimensiones, potencia del motor, número de equipos a utilizar por año, la velocidad de los vehículos, entre otros), así como los planos de ingeniería de sus componentes.

De acuerdo con la descripción de las operaciones mineras propuestas para el Proyecto minero Cerro Quema, se han utilizado para este modelamiento la información relacionada con las actividades de un año de previo a la operación-stripping y cinco años de operación en los cuales se extraerá mineral y material estéril. Según el cronograma de producción minera, el máximo valor total de mineral será de 3,859 kt y de material estéril será de 3,34 kt durante los años 3 y 4, respectivamente. Asimismo, la flota minera será la mayor en ambos años de operación. Por lo cual, se espera que los efectos potenciales del ruido podrían generar un cambio en los niveles de ruido existentes durante estos dos años principalmente. Otras diferencias entre estos años se detallan a continuación.

- Escenario de modelamiento Año 3: en este año se producirá la mayor extracción de mineral del Tajo Abierto La Pava. Durante este año no estará en operación el Tajo Abierto La Quema, así como los equipos y maquinarias que dan soporte a esta instalación.
- Escenario de modelamiento Año 4: en este año se producirá la mayor extracción de material estéril. Todas las instalaciones se encontrarán operativas.

Asimismo, se realizó un tercer escenario de modelamiento de ruido solo considerando la ruta de transporte que se realiza a través del acceso principal a la mina y por donde se estima transitarán aproximadamente 28 camiones al mes.

Para determinar la cantidad de ruido que será generado, se utilizaron datos como el tipo de equipo (marca, modelo) y número de unidades de equipo que se utilizaran en la operación. Los pronósticos de ruido se calcularon mediante el ruido generado por fuentes individuales, utilizando los datos de la frecuencia de banda de octavas y los factores de atenuación que afectan la propagación del sonido. De esta manera, la evaluación de la dispersión sonora se realizó para las principales fuentes de emisión de ruido, tales como accesos y componentes industriales.

METODOLOGIA DE MODELAMIENTO DE RUIDO

Con la finalidad de determinar los niveles de ruido ambiental a generarse por las actividades de propuestas para el Proyecto Cerro Quema, se llevó a cabo el modelamiento del ruido asociado con las actividades de la etapa de operación para los años 3 y 4, tal como se describe en la sección anterior. El modelo de predicción utilizado fue el de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés), desarrollado por DataKustik GMBH, el cual se considera un modelo adecuado para evaluar los impactos sobre el ruido ambiental.

Los algoritmos matemáticos utilizados por este modelo CadnaA están basados en los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613 1 (ISO 1993) y 9613 2 (ISO 1996). Estos estándares establecen un método para calcular la atenuación del sonido durante su propagación al aire libre, tomando en consideración los siguientes factores ambientales:

- distancia entre la fuente de ruido y la ubicación de los receptores;
- absorción atmosférica ;
- presencia de obstáculos (ejemplo: montañas) o interferencia de edificios; y
- el efecto suelo, debido al sonido que se refleja desde la superficie del suelo interfiriendo con el sonido que se propaga directamente de la fuente de ruido.

El método de cálculo de la norma ISO 9613 es conservador ya que supone que todos los receptores están a sotavento de la fuente de ruido o que existe una inversión de la temperatura del suelo. Además de los factores de atenuación mencionados anteriormente, se pueden reducir los niveles de ruido aún más, incluyendo barreras acústicas, silenciadores y encapsulamiento de fuentes.

Las fuentes de ruido han sido representadas en el modelo como fuentes puntuales, lineales y de área. Las fuentes puntuales son aquellas con ubicación conocida y fija como son la trituradora primaria y secundaria. Las fuentes lineales son aquellas con un flujo de ruido constante como son las rutas de acarreo y las fajas transportadoras. Por otro lado, las fuentes de área fueron asumidas de forma equivalente al área actual activa de la fuente, como son los tajos abiertos y la pila de lixiviación. La altura de estas fuentes se encuentra de acuerdo con las especificaciones técnicas de la flota minera y los equipos mecánicos estacionarios.

Asimismo, se utilizó con información topográfica con un espaciamiento de 50 m entre las cotas. Tal como se ha mencionado, la topografía es uno de los factores de atenuación de ruido importante considerados en el modelamiento de propagación sonora. El área de modelamiento considerada en este análisis es de 114 km^2, teniendo como centro las futuras instalaciones del Proyecto Cerro Quema.

El modelamiento del ruido se efectuó desde la perspectiva del receptor. Los receptores más cercanos al proyecto (Boca de Quema, Rio Quema y La Llana) se encuentran a aproximadamente en el rango de 4.5 km a 5km de las instalaciones mineras. En el mes de junio del 2013 se realizaron mediciones de ruido de 1 hora en la residencia más cercana al Proyecto, al suroeste del mismo, cuyo promedio logarítmico fue 48,8 dBA para el horario diurno. Es importante mencionar que esta es la única medición que se registró en una zona residencial, la cual dista del receptor Rio Quema en aproximadamente 800 m. Si bien no se determinó una línea base de ruido en receptores, el dato registrado servirá para estimar los impactos de ruido totales, considerando que las condiciones acústicas en receptores son muy similares a la zona residencial en cuestión por su cercanía entre ellos.

RESULTADOS DE MODELAMIENTO

En la Tabla 1 se presentan los niveles de ruido pronosticados por el modelo en los receptores más cercanos al proyecto para los dos años de operación seleccionados (años 3 y 4), así como los impactos totales de ruido (resultados de la suma logarítmica entre los niveles base y los niveles de ruido modelados). Es importante mencionar que estos niveles de ruido son representativos para ambos horarios (diurno y nocturno).

Tabla 1: Resultados de los Niveles de Ruido Modelados e Impactos Estimados Totales

Código	Nombre	Línea Base	Niveles de Ruido Modelados LAeqT (dBA)		Impactos Estimados Totales de Ruido (dBA)		Incremento (dBA)		Decreto Ejecutivo No 1 – Zona Residencial (dBA)	
			Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Diurno	Nocturno
R1	La Llana	48.8	20.2	34.6	48.8	49.0	0.0	0.2	60	50
R2	Boca de Quema		28.0	40.3	48.8	49.4	0.0	0.6		
R3	Rio Quema		23.8	34.4	48.8	49.0	0.0	0.2		

Tal como se observa en la Tabla 1, los niveles de ruido estimados como de impacto total en receptores se encuentran por debajo de los valores establecidos por el Decreto Ejecutivo No 1, que establece 60 dBA y 50 dBA para horario diurno y nocturno, respectivamente.

El cambio de los niveles de ruido en estos receptores se encuentra en el rango de a 0 dBA a 0.6 dBA con respecto a los niveles de ruido de línea base. Por lo tanto, la contribución de los niveles de ruido generados por las actividades de operación del Proyecto en receptores cercanos es ínfima, ya que el valor de la línea base es mucho mayor que los niveles de ruido modelados, los cuales son fácilmente asimilados por los primeros. En la Tabla 2 se explica la variación o incremento en los niveles de línea base con respecto a la diferencia entre los niveles modelados y la línea base.

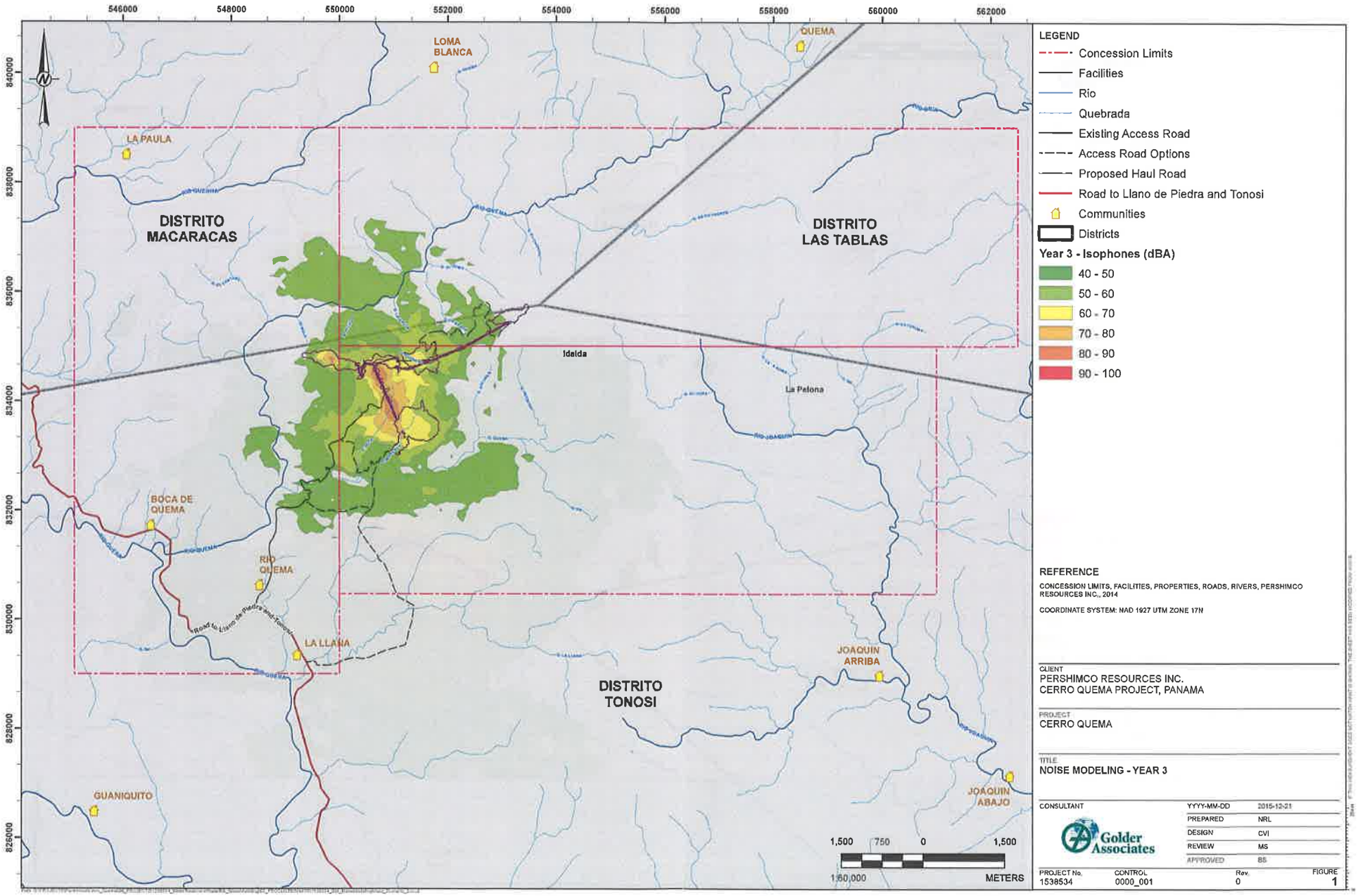
Tabla 2: Incremento en los niveles de Ruido asociados al Proyecto en la Línea Base (dBA)

Diferencia Total entre los niveles de ruido (Proyecto – Línea Base)	Incremento en la línea base
-10	0.4
-6	1.0
-2	2.1
0	3.0
+2	4.1
+6	7.0
+10	10.4

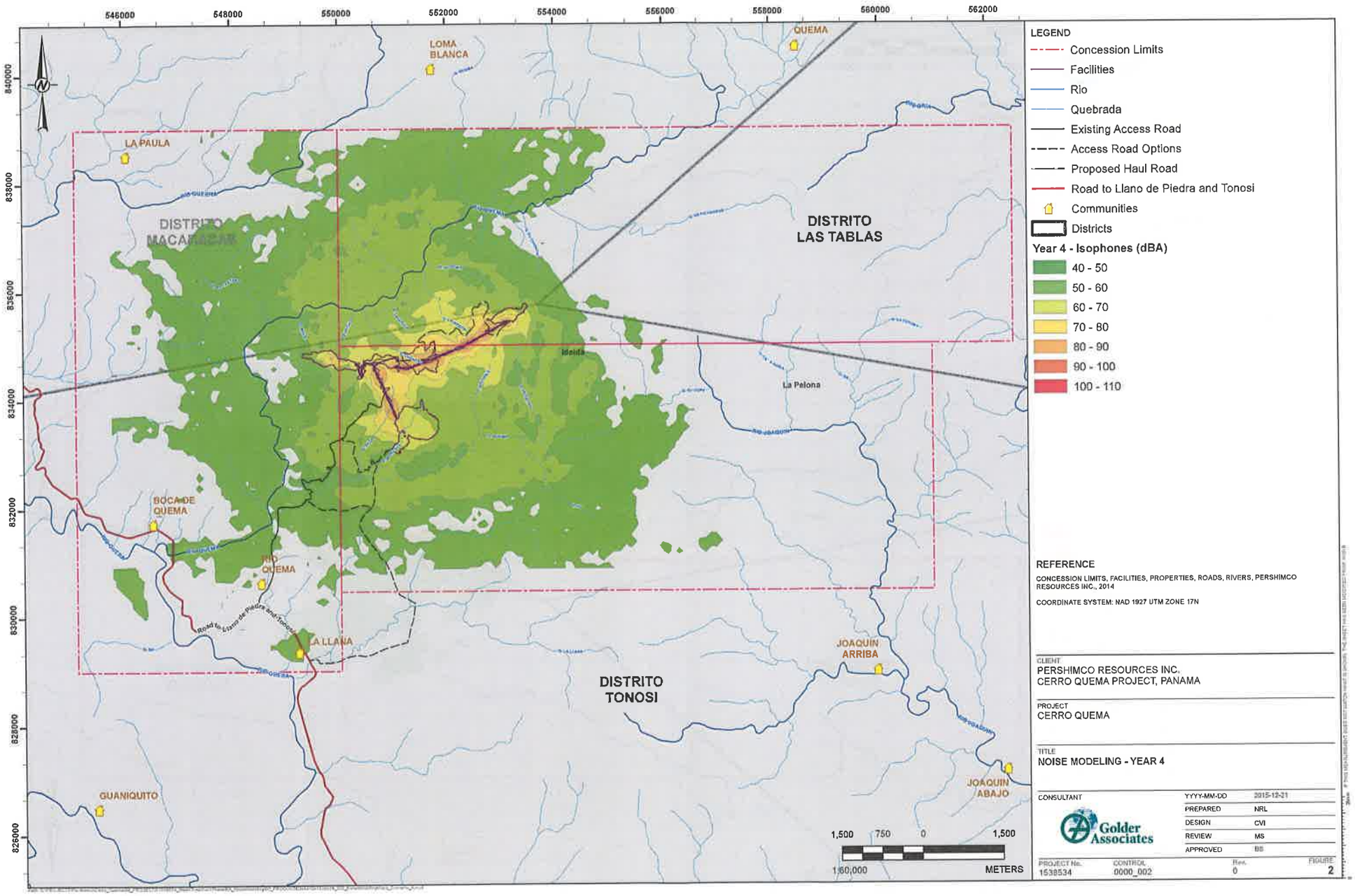
Con base en los valores representados en la Tabla 2, si los niveles pronosticados por el modelo se encuentran 10 dBA más bajos que los niveles de línea base, entonces el impacto total de ruido se incrementara en 0.4 dBA. Para que el incremento con respecto a la línea base sea mayor de 3 dBA los niveles de ruido modelados deberían ser iguales o mayores que los valores registrados como de línea base.

En general, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Las Figuras 1 y 2 muestran las isófonas pronosticadas por el modelo de ruido para los años 3 y 4, respectivamente.

Los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía.


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
LOMA BLANCA
QUEMA
LA PAULA
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Idaida
La Palona
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
Road to Llano de Piedra and Tonosi
LA LLANA
DISTRITO TONOSI
JOAQUIN ARRIBA
JOAQUIN ABAJO
GUANIQUITO
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METERS
LEGEND
Concession Limits
Facilities
Rio
Quebrada
Existing Access Road
Access Road Options
Proposed Haul Road
Road to Llano de Piedra and Tonosi
Communities
Districts
Year 3 - Isophones (dBA)
40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
80 - 90
90 - 100
REFERENCE
CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENT
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROJECT
CERRO QUEMA
TITLE
NOISE MODELING - YEAR 3
CONSULTANT
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2015-12-21
PREPARED NRL
DESIGN CVI
REVIEW MS
APPROVED BS
PROJECT No. 1538534
CONTROL 0000_001
Rev. 0
FIGURE 1

1295
1296


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
LOMA BLANCA
QUEMA
LA PAULA
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Idaida
La Palona
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
Road to Llano de Piedra and Tonosi
LA LLANA
DISTRITO TONOSI
JOAQUIN ARRIBA
JOAQUIN ABAJO
GUANIQUITO
1,500 750 0 1,500
1:50,000
METERS
LEGEND
Concession Limits
Facilities
Rio
Quebrada
Existing Access Road
Access Road Options
Proposed Haul Road
Road to Llano de Piedra and Tonosi
Communities
Districts
Year 4 - Isophones (dBA)
40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
80 - 90
90 - 100
100 - 110
REFERENCE
CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENT
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROJECT
CERRO QUEMA
TITLE
NOISE MODELING - YEAR 4
CONSULTANT
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2015-12-21
PREPARED NRL
DESIGN CVI
REVIEW MS
APPROVED BS
PROJECT No. 1538534
CONTROL 0000_002
Rev. 0
FIGURE 2

ANEXO 3.8

Modelación de gases y vapores

Proyecto Minero Cerro Quema

TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha:	Diciembre 21, 2015	**Proyecto No.:**	15-38534
Para:	Pierre Bureau and Octavio Choy	**Compañia:**	Golder Associates Inc, Reno
De:	David Buff		
cc:	Todd Minard, Benny Susi, Sal Mohammad	**Email:**	
RE:	**INVENTARIO DE EMISIONES E IMPACTOS DE CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO DE LA OPERACIÓN MINERA CERRO QUEMA**		

INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) ha propuesto la construcción de una mina de oro a tajo abierto convencional en Panamá. El mineral proveniente de los tajos será triturado y luego se transportará mediante faja para apilarlos y aplicar el procesamiento de mineral a través de una lixiviación convencional. Se estima que la tasa de procesamiento de mineral mensual será de 310 000 toneladas métricas, o 3 720 000 toneladas métricas por año. PRO ha recibido recientemente los comentarios de la ANAM para el Proyecto Cerro Quema, donde se hace el requerimiento de una explicación más detallada sobre el riesgo de dispersión de las emisiones atmosféricas fugitivas de las operaciones de procesamiento de mineral que puede tener un cierto nivel de toxicidad (vapores, aerosoles), teniendo en cuenta la ubicación topográfica de la mina en aguas arriba de una quebrada y la ubicación de las áreas pobladas aguas abajo (vientos).

El cianuro de hidrógeno (HCN) y el mercurio (Hg) se han identificado como las emisiones atmosféricas provenientes de las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los receptores más cercanos están en un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del proyecto. Los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en las minas de oro de Estados Unidos identificaron estos dos contaminantes como motivo de preocupación en relación a las operaciones de procesamiento de mineral de oro. La USEPA últimamente ha establecido las normas de emisión para Hg asociadas a las operaciones de procesamiento térmico en la categoría de extracción de oro como fuentes puntuales. Se ha encontrado que las emisiones de HCN son principalmente fugitivas en la naturaleza, por lo que se considera poco práctico establecer normas sobre estas emisiones.

Para dar respuesta a los comentarios de la ANAM, Golder ha calculado las emisiones de estos parámetros y realizado un análisis de detección con un modelo de dispersión atmosférica para estimar el impacto promedio horario y anual de HCN y Hg para el proyecto minero Cerro Quema. El análisis de detección tiene por objeto proporcionar una evaluación preliminar de los impactos potenciales asociadas

Golder Associates Inc.
6026 NW 1st Place
Gainesville, FL 32607 USA
Tel: (352) 336-5600 Fax: (352) 336-6603 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

a las actividades de procesamiento del Proyecto, utilizando métodos conservadores con lo cual se espera que se produzcan impactos más altos de lo real. Un mayor detalle de las evaluaciones de impacto de calidad del aire de estas emisiones se pueden realizar utilizando métodos más refinados cuando esto sea necesario.

Área de Estudio

Golder realizo el cálculo de emisiones y el análisis de impacto de la calidad del aire para las emisiones fugitivas de HCN para superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación y de las pozas de procesamiento propuesto de la mina Cerro Quema. Golder también estimó las emisiones y el análisis de impacto de las emisiones de Hg asociado a las operaciones de tratamiento térmico localizado adyacente a la plataforma de lixiviación, así como las emisiones de Hg fugitivas de las pilas de lixiviación.

Estimación de la Emisiones del Proyecto

De acuerdo a la literatura revisada, se identificó una serie de fuentes de HCN fugitivos asociados con las operaciones de extracción de oro. Estos incluyen superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación, pozas, relaves y tanques. El proyecto propuesto incluye todas estas fuentes, con la excepción de los relaves. Bajo este contexto, se identificaron los factores de emisión que podrían aplicarse al Proyecto para cada tipo de fuente.

Los factores de emisión de HCN se basan en el flujo en gramos por metro cuadrado por segundo ($g/m^2/s$) para cada categoría de fuente. Por lo tanto, se estimaron las emisiones de HCN del Proyecto basado en las áreas (m^2) de las diferentes categorías de fuentes. La Tabla 1 resume las estimaciones de las emisiones de HCN. La información del área de las superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación, pozas de solución rica y de eventos fueron proporcionados por PRO, mientras que el área de los tanques se estimó en base al valor máximo de tres minas de oro que se presenta en el informe titulado "Flujo de HCN basado en la evaluación de Calidad del Aire de las emisiones de cianuro de hidrógeno de fuentes fugitivas asociadas a operaciones mineras en Nevada, utilizando la cámara tecnológica de aislamiento de flujo de la USEPA" (Schmidt, 2010). De la misma referencia se obtuvieron los flujos de HCN para cada categoría de fuente. Los flujos promedio de las diferentes fuentes de las tres minas de oro que se presentan en este informe fueron utilizados para estimar las emisiones de HCN para el Proyecto Cerro Quema.

Las emisiones de Hg del proyecto son tanto de fuentes puntuales tales como el horno de carbón, extracción electrolítica, horno de derretimiento y las retortas de Hg; así como de fuentes fugitivas, que incluyen las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación en. La Tabla 2 resume tanto las emisiones de fuentes puntuales y las emisiones fugitivas. Las emisiones de Hg de fuentes puntuales fueron calculadas en base al rendimiento del concentrado aurífero de las retortas de Hg y el

factor de emisión en libras por tonelada de concentrado (libras/tonelada). La información de rendimiento del concentrado fue proporcionada por PRO y los factores de emisión se obtuvieron del informe titulado "Desarrollo de los MACT en Suelos y MACT para el NEASHAP límite para el Procesamiento y Producción de Minas de Oro" (USEPA, 2010). En dicho informe, se estudiaron los factores de emisión de Hg de diferentes unidades de 11 instalaciones con retortas de Hg y horno de carbón. Los factores de emisión del horno de fusión y las retortas de Hg con dispositivo de control se promediaron y se aplican al proyecto. Para los factores de emisión de la extracción electrolítica y horno de carbón, se utilizaron los datos sin dispositivo de control.

Las emisiones de Hg fugitivos se basan en el flujo en g /m^2/s de las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación. Los datos de flujo se basaron en la presentación titulada "Emisiones fugitivas de mercurio en operaciones mineras en Nevada, EE.UU." escritos por CS Eckley. El factor de emisión para las plataformas inactivas se supone que es la misma que para los residuos del tratamiento.

METODOLOGIA DE MODELAMIENTO Y SUPUESTOS

Modelamiento general y Enfoque de Análisis

Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó para estimar los impactos a sotavento, tanto de HCN y Hg a distancias especificadas (1, 3 y 5 km) del Proyecto. El modelo de la USEPA SCREEN3 fue desarrollado para un método de fácil uso para la obtención de las concentraciones de contaminantes a sotavento de una sola fuente. Este modelo puede calcular los promedios de concentraciones máximas a nivel del suelo en 1 hora a una determinada distancia, incorporando los efectos de edificios si estos estuvieran presentes. Las fuentes de área y fuentes de volumen también se pueden modelar. El SCREEN3 examina una amplia gama de condiciones meteorológicas integradas, incluyendo todas las clases de estabilidad y velocidades del viento para encontrar máximos impactos. Debido a la combinación intrínseca de las condiciones meteorológicas diseñados para predecir máximos impactos, las concentraciones SCREEN3 pronosticados son conservadoramente mayores que las concentraciones pronosticadas por un modelo refinado de dispersión de aire, con datos meteorológicos horarios en tiempo real.

Desde que los datos meteorológicos de superficie por hora no se encontraron disponibles, el modelo SCREEN3 fue utilizado como un enfoque conservador. El SCREEN3 es un modelo de una sola fuente, cada fuente de emisiones de HCN / Hg fue modelado por separado y se añadieron los impactos máximos a ciertas distancias a sotavento en forma conjunta, independientemente de la ubicación de las fuentes. En realidad, estas fuentes no se encuentran en el mismo lugar y, por lo tanto, los máximos impactos a sotavento no se producen en el mismo lugar. Este enfoque, sin embargo, proporciona una estimación muy conservadora de los impactos a sotavento y también muestra cómo estos impactos disminuyen con la distancia.

~~4300~~
1301

Las fuentes de HCN del Cerro Quema se modelaron como una fuente de área con una altura de descarga de 1 m por encima del suelo. Las fuentes de área son fuentes sin velocidad de salida inicial o temperatura de escape. El flujo de emisiones para cada fuente se utilizó como la tasa de emisión. El área de origen se supone que es un área cuadrada equivalente al área real de la fuente. El mismo método se aplicó a la modelización de Hg fugitivo. Para el modelado de la fuente puntual de Hg, se consideró la siguiente información de la pila: Altura de pila - 3 m, diámetro de base - 0,1 m, velocidad de salida - 0,01 m/s, temperatura de salida - 293 K.

La estabilidad "F" (moderadamente condiciones estables) se utilizó en el modelado, que es la clase de estabilidad que genera los mayores impactos. Además, se utilizó la velocidad del viento media del sitio específico de 3,6 m/s en el análisis, que se basa en mediciones meteorológicas realizadas en la Estación Meteorológica Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94. Sobre la base de los tres periodos de monitoreo de datos meteorológicos en 1994, los datos de este período proporciona la velocidad del viento media más baja, que se utilizó en el análisis como un enfoque conservador para maximizar impactos en la calidad del aire.

RESULTADOS DE MODELAMIENTO

Los resultados de los análisis de detección se presentan en las tablas 3 y 4. Desde SCREEN3 sólo genera concentraciones promedio de 1 hora, los resultados SCREEN3 fueron multiplicados por el factor multiplicador de la USEPA de 0,08 para estimar el impacto promedio anual. Golder investigó que concentraciones ambientales aceptables máximos para estos parámetros en varias agencias ambientales estatales en los EE.UU a partir de la generación de una instalación industrial. Las evaluaciones se hacen típicamente mediante la predicción de máximas concentraciones fuera de la propiedad utilizando modelos de dispersión de aire y comparando el máximo impacto con un valor umbral. A modo de ejemplo, el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en inglés) ha desarrollado concentraciones ambientales agudos de calidad del aire (AAAC, por sus siglas en inglés) y concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire (CAAC, por sus siglas en inglés). Por ende se sugiere que las concentraciones horarias máximas modeladas para este proyecto se comparen con las AAAC y las concentraciones modeladas anuales se comparen con el CAAC. El ADEQ establece que el AAAC de HCN es 3900 $\mu g/m^3$ y el de Hg es 1000 $\mu g/m^3$; asimismo, el CAAC de HCN es 3,13 $\mu g/m^3$ y el de Hg es 0.313 $\mu g/m^3$. Golder utilizó estos umbrales para evaluar los máximos impactos de HCN y Hg del proyecto Cerro Quema.

Como se muestra en la Tabla 3, la concentración total disminuye con la distancia desde el proyecto. Las concentraciones de HCN en 1 hora, el umbral AAAC no se supera a cualquier distancia a sotavento. Las concentraciones de HCN, a una distancia de 3 km a sotavento, la concentración total están por debajo del CAAC. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del proyecto, los impactos anuales HCN sobre los receptores más allá de esta distancia estarán por debajo de la CAAC

Los impactos de Hg del Proyecto son insignificantes y muy por debajo tanto de la AAAC y la CCAA, como se muestra en la Tabla 4. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de Hg.

Como se señaló anteriormente, los impactos máximos que se presentan en las tablas 3 y 4 han sido obtenidos mediante la utilización de un modelo de dispersión atmosférica de detección y, por lo tanto, son muy conservadores. El uso de un modelo de dispersión de aire refinado como el modelo AERMOD de la USEPA se traduciría en menores concentraciones.

TABLAS

Tabla 1
Emisiones Fugitivas HCN, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m^2	Flujo, $g/m^2/s$ [a]	Emisiones HCN	
					Horario, g/s	Anual, Tonne/yr
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinker, Wet Surface	70,000	2.82E-06	0.1977	6.23
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.0031	0.10
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.0024	0.07
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	0.3334	10.51
Tanques	TK	Tanks	2,541	9.08E-06	0.0231	0.73
Total					**0.560**	**17.65**

Notas:

[a] El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada con el uso del flujo de la camara tecnologica de aislamiento de la USEPA". Dr. C.E. Schmidt, 2010.

Tabla 2
Emissions de Hg , Proyecto Cerro Quema

Fuentes Puntuales

Fuente	Ratio de Concentrado Semanal, kg/wk	Ratio de Concentrado Horario, tonne/s	Factor de Emision, g/tonne [a]	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr
Horno de Carbon	155	2.56E-07	1921.7	0.00049	0.01553
Extracción electrolítica	155	2.56E-07	940.0	0.00024	0.00760
Horno de fusión	155	2.56E-07	60.3	0.00002	0.00049
Retorta	155	2.56E-07	0.5	1.40E-07	4.40E-06
			Total	**0.00075**	**0.0236**

Fuentes Fugitivas

Fuente	Area, m2	Factor de Emision, Flujo, $g/m^2/s$ [b]	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr
Plataformas Activas	70,000	1.172E-09	0.000082	0.00259
Plataformas Inactivas	240,220	3.194E-10	0.000077	0.00242
Total		**Total**	**0.00016**	**0.00501**
		Total =	**0.00091**	**0.02863**

Notas:

[a] Los factores de emisión de mercurio se bsaron en el"Desarrollo de las Plantas MACT Y MACT para el NESHAP final para la mina de oro de mineral de procesamiento y Producción "(USEPA, 2010). La unidad se convirtió de libras tonelada para g/tonelada utilizando un multiplicador de 500.

[b] Los factores de emisión se basaron en "Emisiones Fugitivos de mercurio en las Minas de Oro de Nevada, EE.UU. " CS Eckley. El factor de emisión para la plataforma inactiva se asumio a una similar de la aplicable para los residuos del procesamiento.

Golder Associates

13295 13294

Tabla 3
Impactos de HCN a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m^2	Flujo, g/m2/s a	Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio ($\mu g/m^3$) a distancias a Sotavento [b]			AAAC [c]	Resultados de SCREEN3 Anuales ($\mu g/m3$) a distancias a Sotavento [d]			CAAC [c]
					1 km	3 km	5 km	$\mu g/m^3$	1 km	3 km	5 km	$\mu g/m^3$
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinker, Wet Surface	70,000	2.82E-06	14.40	5.32	3.08		1.15	0.43	0.25	
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.14	0.58	0.39		0.01	0.05	0.03	
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.35	0.08	0.04		0.03	0.006	0.003	
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	34.13	10.40	5.57		2.73	0.83	0.45	
Tanques	TK	Tanks	2,541.4	9.08E-06	3.95	0.81	0.41		0.32	0.06	0.03	
Total			**348,593**	**2.39E-05**	**52.96**	**17.20**	**9.48**	**3,900**	**4.24**	**1.38**	**0.76**	**3.13**

Notas

[a] El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada At Nevada" Dr. C E. Schmidt, 2010

[b] Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos; Velocidad del viento media específica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meterologicas en la estacion de Cerro Quema durante el periodo 07/07/94 hasta 30/09/94.

[c] AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

[d] Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0,08 para estimar las concentraciones medias anuales

Tabla 4
Impactos de Hg a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuentes Puntuales		Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio (µg/m3) a distancias a Sotavento [a]			AAAC [b]	Resultados de SCREEN3 Anuales (µg/m3) a distancias a Sotavento [c]			CAAC [b]
Source	Emisiones Horarias, g/s	1 km	3 km	5 km	µg/m^3	1 km	3 km	5 km	µg/m^3
Horno de Carbon	0.00049	9.0E-02	1.7E-02	8.7E-03		7.2E-03	1.4E-03	7.0E-04	
Extracción electrolíti	0.00024	4.4E-02	4.7E-05	1.2E-04		3.5E-03	3.7E-06	9.6E-06	
Horno de fusión	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03		4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	
Retorta	1.40E-07	8.1E-04	4.2E-07	2.0E-04		6.5E-05	3.4E-08	1.6E-05	
Total	**0.00075**	**0.14061**	**0.01745**	**0.01191**		**0.01125**	**0.00140**	**0.00095**	
Fuentes Fugitivas									
	Emisiones Horarias, g/s	**1 km**	**3 km**	**5 km**		**1 km**	**3 km**	**5 km**	
	0.000082	6.0E-03	2.2E-03	1.3E-03		4.8E-04	1.8E-04	1.0E-04	
	0.000077	3.3E-03	1.4E-03	9.5E-04		2.7E-04	1.1E-04	7.6E-05	
	0.00016	**0.00930**	**0.00365**	**0.00223**		**0.00074**	**0.00029**	**0.00018**	
	0.00720	**0.14992**	**0.02110**	**0.01414**	**1,000**	**0.01199**	**0.00169**	**0.00113**	**0.313**

Notas:

[a] Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos; Velocidad del viento media especifica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meterologicas en la estacion de Cerro Quema durante el periodo 07/07/94 hasta 30/09/94.

[b] AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

[c] Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0,08 para estimar las concentraciones medias anuales.

ANEXO 3.9

Reporte Geoquímica

Proyecto Minero Cerro Quema

~~1308~~
1309

REPORTE - BORRADOR

Septiembre 22 de 2015

PROYECTO CERRO QUEMA

Estudio de Línea Base Cerro Quema - Reporte Parcial de Geoquímica-Estériles y Minerales

Remitido a:
Pierre Bureau
Pershimco Resources Inc.
11 Perreault Street East
Rouyn-Noranda, Quebec
Canada J9X 3C1

Report Number: 1400908
CQ04-GAL-R-002-V4.2
Distribution:
PDF - Golder Associates Ltd.
PDF - Pershimco Resources Inc.

Golder Associates

Resumen Ejecutivo

Como parte del Estudio de Factibilidad de Cerro Quema, se llevó a cabo un programa de caracterización geoquímica por parte de Golder Associates Ltd., para Pershimco Resources Ltd. El Proyecto Cerro Quema es un yacimiento de oro situado en la península de Azuero, en la Provincia de Los Santos en el suroeste de Panamá, aproximadamente 45 km al suroeste de la ciudad de Chitré y 190 km al suroeste de la ciudad de Panamá.

La mina propuesta está conformada por dos pequeños tajos a cielo abierto, La Pava y Quemita, situados en una orientación este-oeste de crestas montañosas que atraviesan la propiedad. Estos tajos van a ser desarrollados hasta profundidades de 90 m en dacitas saprolíticas meteorizadas (oxidadas), y evitando la roca fresca (sin presencia de óxidos o sulfuros) inferior subyacente, principalmente, roca andesita.

El programa de caracterización geoquímica que se presenta en este documento se llevó a cabo con el fin de determinar el potencial de drenaje ácido de roca (DAR) y de lixiviación de metales (LM) de los estériles y de los ripios de lixiviación del proyecto. La mayoría de las muestras de estériles fueron tomadas de la zona correspondiente al tajo abierto Quemita, con algunas muestras recolectadas en el área correspondiente al tajo abierto La Pava, con el fin de complementar la información existente. Estudios anteriores que se centraron en muestras provenientes de los tajos a cielo abierto La Pava y Quemita y desde las pilas de lixiviación también se resumen en este reporte. Se han identificado cuatro tipos de alteración general, que forman la base para la selección de los estériles y el programa de recolección de la siguiente manera: sílice, sílice-arcilla, arcilla y roca fresca. El enfoque para la selección, recolección, análisis de laboratorio e interpretación de los resultados ha sido consistente con las directrices internacionales existentes (Price, 1997; MEND, 2009; INAP, 2012).

Se recolectaron y analizaron un total de 51 muestras de estériles en el 2014. El número relativo de muestras de estériles recolectadas para cada tipo de alteración en Quemita es generalmente proporcional a la abundancia relativa de cada tipo de alteración dentro del tajo propuesto, de acuerdo con lo definido para el plan minero que existía al momento de la recolección de las muestras. Las muestras de estériles fueron remitidas para llevar a cabo análisis con el fin de determinar propiedades como la composición química (fase sólida), el conteo ácido-base (ABA, por sus siglas en inglés), la generación neta de ácido (NAG, por sus siglas en inglés) y el comportamiento de lixiviación en el corto plazo. Con base en los resultados obtenidos en las pruebas geoquímicas, se realizó una evaluación que forma la base de las conclusiones formuladas en relación con el potencial de generación de ácido y la lixiviación de metales de los estériles y ripios de las pilas de lixiviación.

Potencial de Generación de Acido

Los resultados de las pruebas estáticas de las 51 muestras de estériles indican que el potencial de neutralización de los estériles es generalmente menor que el potencial de generación de ácido, especialmente para la alteración de sílice-arcilla de La Pava, y las alteraciones de sílice y sílice-arcilla de Quemita muestreadas a la fecha. Los elevados contenidos de sulfuro en las alteraciones de sílice y sílice-arcilla en Quemita (en promedio 2.5 wt% como azufre) sugieren que las unidades rocosas en esta área no han estado sujetas al mismo grado de meteorización y oxidación que las unidades rocosas de La Pava. La mayoría de las muestras de La Pava tienen menores contenidos de sulfuro (<0.3% wt como azufre), consistente con los resultados obtenidos en investigaciones previas.

Basado en MEND (2009), de acuerdo con el criterio de la razón del potencial de neutralización, solo 4 muestras (7%) de estériles se han clasificado como no formadoras de ácido (NAF, por sus siglas en inglés). Las muestras

restantes (93%) se han clasificado como de potencial incierto o potencial formadora de ácido (PAF, por sus siglas en inglés). Los resultados de generación neta de ácido reportan sólo 27 muestras (53%) de los estériles con pH NAG menor que 4.5 y que se clasifican como PAF, de acuerdo con lo establecido en MEND (2009). Las otras 24 muestras (47%) reportaron pH NAG sobre 4.5 y son clasificadas como NAF.

De acuerdo con los resultados de las pruebas estáticas realizadas, se espera que los estériles de La Pava y Quemita sean generadores de condiciones ácidas. Se llevaron a cabo pruebas cinéticas sobre cuatro muestras de estériles incluyendo tres muestras correspondientes a Quemita y una muestra correspondientes a La Pava; esto con el fin de evaluar las tasas de reacción de minerales productores de ácido y minerales neutralizantes en estos materiales bajo condiciones de laboratorio. Los cálculos de agotamiento en base a 37 semanas de pruebas cinéticas, indican que todas las muestras de celdas de humedad tienen el potencial de generar condiciones ácidas a largo plazo, consistente con los resultados obtenidos para las pruebas estáticas.

Potencial de Lixiviación de Metales

Los resultados de las pruebas de lixiviación estáticas indican que la lixiviación de metales podría potencialmente ocurrir – en particular, con respecto al aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso y níquel. La lixiviación de metales tiene el potencial de ocurrir para los estériles con valores de pH ácidos; sin embargo, existe también un potencial de lixiviación de metales (particularmente aluminio y cobre) para los estériles con valores neutros de pH. Adicionalmente, otros metales como el cromo, el plomo, selenio y zinc pueden presentar inconvenientes y deben ser revisados posteriormente dentro de la evaluación de calidad de agua del sitio.

La oxidación de sulfuros debería ser mitigada dentro de las áreas de manejo de estériles para reducir el riesgo potencial de lixiviación de metales. Los resultados de 37 semanas de pruebas apoyan los resultados del ensayo SPLP con respecto a los potenciales parámetros de interés. Sin embargo, el comportamiento a largo plazo basado en la oxidación de los sulfuros no fue observado en las 37 semanas de pruebas cinéticas.

Tabla de Contenido

1.0 INTRODUCCIÓN 1

2.0 OBJETIVOS DEL ESTUDIO Y ALCANCE DEL TRABAJO 1

2.1 Objetivos del Estudio 1

2.2 Alcance del Trabajo 2

3.0 INFORMACION GENERAL 2

3.1 Geología del Sitio 2

4.0 MECANISMOS ASOCIADOS AL DRENAJE ÁCIDO DE ROCA Y EL POTENCIAL DE LIXIVIACIÓN DE METALES 3

4.1 Desechos Mineros 3

4.2 Oxidación de Sulfuros 4

4.3 Neutralización de Ácidos 5

4.4 Investigaciones Previas 5

5.0 MÉTODOS 6

5.1 Revision de Información 6

5.2 Recolección de Muestras 6

5.2.1 Selección de las Muestras 6

5.2.2 Recolección de Muestras 7

5.3 Programa de Ensayos Geoquímicos 8

5.3.1 Análisis de Metales – Fase Sólida 8

5.3.2 Potencial de Generación de Acido 8

5.3.2.1 Conteo Acido Base 8

5.3.2.2 Ensayo de Generación Neta de Acido 10

5.3.3 Ensayos de Lixiviación a Corto Plazo 11

5.3.4 Prueba de las Celdas de Humedad 12

6.0 RESULTADOS 12

6.1 Estériles 13

6.1.1 Análisis de metales – Fase sólida 13

6.1.2 Conteo Acido Base 14

6.1.3 Ensayo de Generación Neta de Acido (NAG) 16
6.1.4 Procedimiento de Lixiviación por Precipitación Sintética 16
6.1.5 Resultado de las Celdas de Humedad 20
6.1.6 Cálculos de Agotamiento 28
6.2 Mineral Lixiviado 28
7.0 RESUMEN 29
7.1 Recomendaciones 31
8.0 REFERENCIAS 33

TABLAS

Tabla 5-1: Lista de Muestras
Tabla 5-2: Evaluación del Potencial de Formación de Acido *[dentro del texto]*
Tabla 5-3: Criterio de Generación Neta de Acido (NAG) para el Potencial de Formación de Acido *[dentro del texto]*
Tabla 6-1: Resultado de los Análisis Elementales
Tabla 6-2: Resultado del Conteo Acido base (ABA);
Tabla 6-3: Resultado Histórico del Conteo Acido Base (ABA)
Tabla 6-4: Resultado Histórico de las Pruebas SPLP
Tabla 6-5: Resultado de las Pruebas SPLP
Tabla 6-6: Resumen de los Resultados de las Pruebas Estáticas para las Muestras de Celdas de Humedad *[dentro del texto]*
Tabla 6-7: Resumen de las Tasas de Carga y los Cálculos de Agotamiento

FIGURAS

Figura 6-1: pH pasta vs Azufre como Sulfuro
Figura 6-2: Azufre Total vs. Azufre como Sulfuro
Figura 6-3: Potencial de Neutralización por Carbonatos vs Potencial de Neutralización de Acido
Figura 6-4: Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización de Acido
Figura 6-5: Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización por Carbonatos
Figura 6-6: Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Figura 6-7: Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Figura 6-8: Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Figura 6.9: Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057

APÉNDICES

APÉNDICE A
Certificados de Laboratorio

APÉNDICE B
Datos Históricos

APÉNDICE C
Resultados de las Pruebas Cinéticas

~~1311~~
1312

1.0 INTRODUCCIÓN

Pershimco está proponiendo desarrollar una mina de oro en la propiedad de Cerro Quema (el proyecto) localizada aproximadamente a 45 km al sur – suroeste de la ciudad de Chitre. Golder Associates Ltd. (Golder) ha sido contratado por Pershimco para completar una porción de los programas de línea base para los tajos a cielo abierto propuestos: La Pava y Quemita, en apoyo al diseño de ingeniería que se está desarrollado actualmente para el proyecto. Los programas de línea base incluyen un estudio de geoquímica que consiste en la evaluación del potencial de drenaje ácido de roca (DAR) y lixiviación de metales (LM) de los estériles. El propósito de este reporte es presentar los resultados de las pruebas geoquímicas realizadas para este proyecto.

Un posible impacto ambiental relacionado con el desarrollo de minas es la generación de agua de bajo pH y rica en metales debido al DAR y/o al proceso de lixiviación de metales. El DAR se desarrolla típicamente debido a la presencia de minerales de sulfuro reactivos que están asociados con los desechos mineros, como los estériles y los ripios de lixiviación, y roca expuesta durante los trabajos mineros. Cuando los sulfuros están expuestos a la atmósfera, los minerales tienen el potencial de reaccionar con el oxígeno y el agua (oxidación de los sulfuros) para producir un drenaje de bajo pH y rico en sulfato y metales, que es característica del DAR/LM. La acidez resultante, producida por la oxidación de los sulfuros, puede ser consumida por los minerales que contienen capacidad de neutralización de ácidos. De esta manera, el potencial de DAR depende del balance entre el potencial de generación de acidez (AP, por sus siglas en inglés) y el potencial de neutralización de ácido (NP, por sus siglas en inglés) y las velocidades de reacción relativas.

La LM se puede incrementar debido al desarrollo de condiciones de bajo pH, pero también puede ocurrir en ausencia de sulfuros reactivos y bajo condiciones no ácidas, debido a la disolución de fases minerales solubles. Es por esta razón que es necesario evaluar las características de DAR y LM de los estériles y determinar así las posibles implicaciones para el diseño minero y el medio ambiente. Los resultados geoquímicos pueden influir en el plan minero y pueden tener otras implicancias relacionadas con la aceptación general del proyecto minero por parte de las entidades reguladoras involucradas. Si los inconvenientes asociados con DAR/LM son identificados a través de los programas geoquímicos, es posible desarrollar e implementar opciones de tratamiento y/o mitigación en el proyecto con el fin de evitar, reducir o eliminar los posibles impactos ambientales.

2.0 OBJETIVOS DEL ESTUDIO Y ALCANCE DEL TRABAJO

2.1 Objetivos del Estudio

El objetivo principal de un estudio de línea base geoquímica es evaluar el comportamiento ambiental (por ejemplo, la estabilidad química) de los estériles que se espera se generen durante el desarrollo minero. Los principales componentes de estos objetivos incluyen:

- identificación de los materiales mineros (litologías de suelo superficial y de roca, así como también de ripios de lixiviación) que pueden llegar a generar inconvenientes relacionados con la calidad del agua debido a procesos de DAR/LM;
- cuantificación de las reacciones mineras que pueden llegar a desarrollar LM, con el fin de utilizar esta información en las evaluaciones de calidad de aguas del sitio (modelación de calidad del agua);

- identificación de factores clave que pueden influenciar la calidad del agua del sitio y los potenciales contaminantes de interés; y
- proporcionar información y recomendaciones geoquímicas a ser utilizadas en el diseño de ingeniería, las medidas de mitigación necesarias y otras evaluaciones ambientales del proyecto.

2.2 Alcance del Trabajo

El alcance general del trabajo de caracterización geoquímica realizada a la fecha, ha consistido en el desarrollo de las siguientes tareas:

- revisión de la información existente, incluyendo la información geoquímica existente, geología del sitio (perfiles de suelo durante las perforaciones, secciones transversales, planes mineros) y aspectos de ingeniería relacionados con el proyecto.
- establecimiento de una base de datos preliminar de datos geoquímicos, a través de la recolección y el análisis de laboratorio de muestras de testigos de roca.
- revisión y evaluación de los datos geoquímicos, incluyendo el análisis crítico de los potenciales de DAR/LM de los estériles.

El alcance del trabajo realizado incluye tanto pruebas estáticas como cinéticas. El programa geoquímico se ha centrado principalmente en el tajo a cielo abierto propuesto Quemita, ya que información geoquímica para el otro tajo a cielo abierto, La Pava, está disponible actualmente (previamente estudiado por otros). La información de datos históricos del proyecto se presenta también en este reporte. La interpretación realizada por otros en los reportes históricos ha sido incorporada en la base de datos geoquímica para el proyecto.

El alcance del trabajo desarrollado a la fecha es consistente con los siguientes documentos guías, los cuales cuentan con aceptación por parte de las autoridades en muchos países a nivel mundial:

- Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine sites in British Columbia (Price, 1997),
- Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials (MEND, 2009),
- Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide (INAP, 2012).

3.0 INFORMACION GENERAL

3.1 Geología del Sitio

La península de Azuero, donde se encuentra localizado el Proyecto, tiene una topográfica prominente en la costa suroeste (Pacifico) de Panamá. El distrito de Cerro Quema se encuentra ubicado dentro de la región de Los Santos en la parte central de la Península de Azuero. Esta zona está conformada por rocas de andesita, dacita, calizas, basaltos y turbiditas que han sido depositadas en un ambiente de antearco "fore-arc environment". La Formación Río Quema se interpreta como la secuencia de relleno de una cuenca antearco de un arco volcánico del Cretácico - Paleógeno. La Formación Cerro Quema aloja la mineralización en el distrito de Cerro Quema.

Se han identificado muchos depósitos de oro en la propiedad de Cerro Quema, y estos incluyen los de La Pava y Quemita. La mineralización está alojada en las andesitas y domos de lava dacita de la Formación Río Quema. La mineralización incluye pirita diseminada, calcopirita y enargita y una malla de filloncillos pequeños y delgados de cuarzo, pirita, calcopirita y barita, con trazas de galena y esfalerita. El oro se produce como granos microscópicos diseminados de oro nativo y como "oro invisible" dentro de la pirita, particularmente en la zona de alteración silícea. La fuerte alteración supergénica forma un tapón de oxidación que ha liberado el oro contenido en la pirita. Los mayores grados de mineralización de oro están cerca de la superficie y disminuyen con la profundidad hacia el límite inferior de la oxidación.

Pershimco ha definido cuatro zonas de alteración para los depósitos de Cerro Quema:

- Roca fresca: El punto de partida del proceso de alteración. Esta roca es lava dacita cuarzo feldespato porfirítica. Es una roca dura y quebradiza, sin porosidad. Está compuesta aproximadamente de 50% de feldespato fresco y 50% de cuarzo y se considera un material no-mineralizado.
- Arcilla: La primera etapa del proceso de alteración. Es una roca débilmente alterada que se produce como una zona de transición entre la roca fresca y la roca alterada sílice-arcilla. Es una roca competente, aunque puede contener hasta 30% de arcillas minerales de ilita/esmectita. Los minerales de arcilla se producen como una sustitución compacta de los feldespatos originales y por lo tanto no están sujetas a desagregarse naturalmente, a menos que la roca se encuentre ligeramente puesta sobre el terreno. Es generalmente un material no mineralizado.
- Sílice-Arcilla: La segunda etapa del proceso de alteración. Esta roca está formada por cuarzo (sílice) y hasta un 30% de minerales de arcilla, alumino-silicatos de grano fino diseminados (caolinita, dickita, pirofilita). Es ligeramente porosa y rodea el núcleo silíceo del depósito con un grado de mineralización media a baja.
- Sílice: La etapa final del proceso de alteración. Esta roca se compone esencialmente de cuarzo (sílice) y una muy pequeña porción de minerales de arcilla, alumino-silicatos. Puede ser muy porosa y/o brechificada en algunas áreas. Esta alteración contiene la mayor parte de la mineralización incluyendo las zonas de alto grado de mineralización.

Algunas de las muestras históricas presentadas fueron recolectadas fuera del actual modelo de bloque de alteración. Los tipos de alteración para estas muestras fueron asignados basados en la alteración determinada en los reportes históricos. Adicionalmente, algunas de las muestras históricas que fueron consideradas estériles ahora se consideran potencialmente como mineral. Sin embargo, dado que las características geoquímicas de los estériles y del mineral son similares, los datos históricos no fueron reinterpretados para reflejar este potencial cambio.

4.0 MECANISMOS ASOCIADOS AL DRENAJE ÁCIDO DE ROCA Y EL POTENCIAL DE LIXIVIACIÓN DE METALES

4.1 Desechos Mineros

Existen generalmente dos tipos principales de materiales mineros que son subproductos del oro cuando se utiliza el proceso de lixiviación en pilas: estériles y ripios de lixiviación (mineral agotado después del proceso de

lixiviación). Los estériles son las rocas que se remueven para lograr el acceso al yacimiento. Estos estériles frecuentemente se almacenan en pilas que contienen cierto grado de mineralización, pero que no son considerados como rentables económicamente. Dependiendo de las propiedades (como si la roca es adecuada a nivel geoquímico), los estériles pueden ser utilizados como material de construcción en los proyectos mineros. Este estudio no ha incluido el muestreo del otro subproducto, los ripios. Los resultados de investigaciones previas sobre este material se incluyen en el presente reporte.

4.2 Oxidación de Sulfuros

Normalmente los minerales de ganga (es decir, los minerales que no contienen cantidades económicas de minerales) dentro de los estériles y los ripios están compuestos de minerales de silicato, alumino-silicato, carbonatos, óxidos y sulfuros de metal. Los estériles y por tanto, los minerales de sulfuro dentro de los estériles, pueden estar expuestos a condiciones atmosféricas si se almacenan en forma convencional. La exposición de los estériles a las condiciones atmosféricas puede generar la oxidación de minerales de sulfuro y la liberación de los componentes en la fase disuelta. El agua intersticial o agua de poro que se encuentra dentro de los estériles puede migrar a través del subsuelo y transportar productos de oxidación de sulfuros al flujo de agua subterránea y a los cuerpos de agua superficiales cercanas. La generación de aguas ácidas y ricas en metales, como resultado del contacto con productos de oxidación de sulfuros, es comúnmente conocido como drenaje ácido de roca (DAR).

Por ejemplo, la oxidación de la pirita a través de reacciones con el oxígeno atmosférico y agua puede ser representada como se indica abajo (Blowes et al., 2004):

$$FeS_2 + \frac{7}{2}O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+ \qquad \text{Reacción 1}$$

La oxidación de la pirita y la pirrotita puede liberar y movilizar ácido [H^+], sulfato [SO_4] y hierro [Fe] al agua intersticial de los estériles y ripios. El hierro liberado como resultado de la oxidación de los sulfuros puede oxidarse a su vez desde hierro ferroso [Fe^{2+}] a hierro férrico [Fe^{3+}] y actuar como un oxidante también, tal como se muestra abajo (Blowes et al., 2004):

$$Fe^{2+} + \frac{1}{4}O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + \frac{1}{2}H_2O \qquad \text{Reacción 2}$$

$$FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O \rightarrow 15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+ \qquad \text{Reacción 3}$$

La importancia del hierro férrico como oxidante se incrementa con el decrecimiento de pH, siendo este el oxidante dominante bajo condiciones de pH menor de 4 (Nordstrom, 1982).

Dada la geología del depósito de Cerro Quema, la generación de ácido a partir de minerales de sulfato acídicos solubles también es posible. Los minerales de sulfato ácidos más comunes son los sulfatos hidratados e hidroxil-sulfatos de hierro y aluminio. La disolución de los minerales de sulfato y la posterior liberación de cationes puede dar lugar a la formación de complejos disueltos y la precipitación de cationes liberados (por ejemplo, óxidos, oxihidróxidos, hidróxidos o carbonatos) que resulta en una disminución en el pH. Por ejemplo, la oxidación de melanterita (un sulfato de hierro) se presenta a continuación:

$$FeSO_4 + \frac{1}{4}O_2 \rightarrow Fe(OH)_3 + SO_4^{2-} + \frac{9}{2}H_2O + 2H^+ \qquad \text{Reacción 4}$$

Similar a los minerales de sulfuro, la oxidación de minerales de sulfato ácidos genera la liberación de ácido [H^+] y sulfato [SO_4]. Se requiere un análisis mineralógico para identificar positivamente (sin que quepa ninguna duda) los tipos específicos de minerales de sulfato ácidos solubles presentes.

La acidez liberada usualmente incrementa la disolución de los minerales de ganga restantes, lo que puede dar lugar a concentraciones elevadas de una variedad de componentes químicos que pueden variar entre sitio y sitio. Aunque las condiciones de pH bajo pueden mejorar la liberación de metales y su movilidad, los metales pueden lixiviar desde los estériles y presentarse en concentraciones elevadas, bajo condiciones de pH variando entre cercana a neutro y básico. Por ejemplo, especies tales como arsénico, cromo y selenio forman, a pH neutro, complejos débiles y solubles, pero que pueden precipitar en condiciones de pH ácido, debido al incremento de las concentraciones de hierro y aluminio disueltos. En general, la composición química del agua de los poros en los estériles depende de la mineralogía y la solubilidad de los metales.

4.3 Neutralización de Ácidos

La acidez producida a través de las reacciones de oxidación puede ser atenuada por los minerales que contienen capacidad de neutralización. Por ejemplo, los carbonatos son importantes minerales neutralizantes de ácidos, ya que son generalmente los más eficaces para contrarrestar las condiciones ácidas. Otros minerales, como los alumino-silicatos o silicatos, también pueden contribuir al potencial general de neutralización, pero la disolución de estos minerales está cinéticamente limitada (Jambor et al., 2003) y sólo consumen significativamente acidez en condiciones de pH bajo (<4.5) o donde los tiempos de interacción agua-roca son muy largos (Blowes et al., 2004). Si la cantidad de minerales neutralizantes de ácidos es insuficiente, cantidades significativas de acidez pueden ser liberadas y movilizadas como resultado de la oxidación de los minerales de sulfuro.

4.4 Investigaciones Previas

Como se discutió en la Sección 2 de este reporte, otros trabajos de caracterización geoquímica han sido desarrollados en el pasado por terceros para el proyecto de Cerro Quema. Es así como se han desarrollado pruebas geoquímicas para evaluar el potencial DAR y la LM de los estériles durante la vida del proyecto. Los reportes previos que contienen datos geoquímicos se listan a continuación:

- Knight Piésold, 1993. Waste Rock and Pit Geochemical Characterization Report, Cerro Quema Project. Prepared for Cyprus Mineral Company by Knight Piésold and Co. June, 1993.
- Knight Piésold, 1994. Cerro Quema Project, Feasibility Study Geotechnical/Geochemical Field Investigation Report. Prepared for Amax Gold Inc. by Knight Piésold and Co. October, 1994.
- Knight Piésold, 1996. Cerro Quema Project, Geotechnical Investigation Report. Prepared for Kappes, Cassiday & Associates by Knight Piésold LLC. Dated November 6, 1996.
- McClelland Laboratories, October 16, 2013: Report on Heap Leach Cyanidation Testwork – Cerro Quema Composites, MLI Job No. 3740.

En el presente reporte se resume la información geoquímica disponible de cada uno de los reportes listados arriba. Knight Piesold (1996) sólo contiene un resumen de los resultados de Knight Piesold (1993 y 1994), y no se referencia en lo que resta del reporte.

5.0 MÉTODOS

5.1 Revision de Información

La revisión de información para la caracterización geoquímica incluyó la revisión de las siguientes fuentes de información existentes:

- Reportes del sitio y literatura que describe la geología del depósito;
- Perfiles de suelo (en medio digital) obtenidos durante las perforaciones, secciones transversales; e
- Información incluida en los documentos utilizados como guías geoquímicas (como Price, 1997; MEND, 2009; INAP, 2012).

Los resultados de estudios geoquímicos previos (Ver Sección 4.4) fueron considerados dentro de la revisión de información y fueron utilizados para apoyar la recolección de información preliminar que fue utilizada para desarrollar la base de datos geoquímica. Alguna de la información listada arriba es mencionada en las siguientes secciones y la fuente de la información se referencia, cuando corresponde.

5.2 Recolección de Muestras

El componente preliminar de recopilación de datos del programa de caracterización geoquímica incluyó tres componentes: la selección de las muestras, la toma de muestras y el análisis de las mismas (programa de pruebas geoquímicas); la metodología relacionada con estos componentes se describe en las siguientes secciones.

5.2.1 Selección de las Muestras

El objetivo del proceso de selección de las muestras de estériles fue recoger muestras de testigos de roca que fueran espacial y litológicamente representativas de las unidades de roca asociadas con el depósito del proyecto (muestras de testigos de roca correspondientes al tajo a cielo abierto propuesto que estuvieron disponibles en el momento en que se seleccionaron las muestras). Se utilizaron cuatro tipos de alteración generales para la selección de las muestras de la siguiente manera:

- Alteración Sílice;
- Alteración Sílice-Arcilla;
- Alteración Arcilla; y
- Roca fresca (inalterada).

La lista de las muestras recolectadas en 2014 (resumida por cada alteración), los porcentajes de estériles propuestos provenientes de los tajos a cielo abierto y el porcentaje total de muestras seleccionadas por cada tipo de alteración se presentan en la Tabla 5-1. Durante el proceso de selección de las muestras se identificaron tanto las muestras de circulación inversa como las muestras de pulpa (rechazo), no las esquirlas de roca. El material de pulpa es un material de grano muy fino (polvo) que retorna a la superficie durante la operación de circulación inversa durante la perforación. Siempre que fue posible, se seleccionaron intervalos de testigos para el análisis geoquímico; sin embargo, la mayoría de las muestras disponibles eran pulpa. En algunos casos, los únicos testigos disponibles correspondían a material ubicado por debajo de los niveles propuestos para el desarrollo del tajo a cielo abierto, dentro de la zona de sulfuros. Pershimco proporcionó su base de datos

geológicos a Golder, a partir de la cual se generó la lista de muestras. La lista de muestras fue revisada y confirmada por personal de Pershimco.

5.2.2 Recolección de Muestras

La recolección de las muestras fue llevada a cabo por personal de Pershimco, con verificación por parte de personal de Golder en el sitio del proyecto. Un total de 51 muestras de material de pulpa (proveniente de la circulación reversa) y testigos fueron recolectadas, incluyendo 10 muestras de La Pava y 46 muestras de Quemita. Las instrucciones específicas de muestreo se resumen más abajo.

Durante la campaña de muestreo, el material de pulpa/testigo fue dejado en sitio y las muestras fueron recolectadas siguiendo los siguientes procedimientos:

- El material de pulpa/testigo fue observado en terreno y la siguiente información proveniente de los perfiles de suelo obtenidos durante las perforaciones fue registrada:
  - Una descripción incluyendo un número único de muestra, número de perforación, profundidad/intervalo de la muestra.
  - Tipo de roca.
- Aproximadamente 5 kg de material de testigo/pulpa fueron recolectados para cada muestra, con el fin de llevar a cabo las pruebas de laboratorio. Las muestras fueron recolectadas como se indica a continuación:
  - La muestra se recogió durante un intervalo máximo de 10 m, dependiendo de la litología. Se recolectaron muestras de intervalos más pequeños, cuando no existían intervalos de 10 m en la litología. En algunos casos, para recolectar muestras de roca discretas, algunos intervalos más cortos fueron muestreados cuando la continuidad del tipo de roca a lo largo de la profundidad era menor de 10 m.
  - Sub-muestras fueron tomadas de intervalos de 1 m (por ejemplo, una muestra de 10 metros de intervalo está conformada por 10 sub-muestras de aproximadamente 0.5 kg cada una).
  - Cada sub-muestra tuvo aproximadamente el mismo peso y fue visualmente representativa del intervalo del núcleo.
  - Las sub-muestras fueron combinadas en una bolsa de muestra, para conformar la muestra para el intervalo correspondiente.
  - La bolsa de la muestra fue rotulada con un número único de identificación de muestra.
- Las muestras fueron empacadas y preparadas para el envío al laboratorio analítico SGS Lakefield, localizado en Ontario, Canada.

Una vez las muestras llegaron al laboratorio, un geoquímico de Golder se trasladó al mismo para confirmar que todas las muestras habían arribado al laboratorio, revisar los testigos y los tipos de roca y coordinar las pruebas de laboratorio. En algunos casos, el material de pulpa había sido enviado como sub-muestras correspondientes a los intervalos de 1 metro para intervalos de muestreo seleccionados. En estos casos, estas sub-muestras fueron combinadas en el laboratorio para generar una muestra compuesta para el intervalo seleccionado.

5.3 Programa de Ensayos Geoquímicos

El programa analítico llevado a cabo como parte del programa geoquímico del 2014 consistió en una serie de ensayos estáticos y cinéticos. Los métodos utilizados en investigaciones previas no son analizados o resumidos en este reporte.

Las pruebas estáticas, o pruebas de "una vez", están diseñadas para evaluar las características físicas generales y geoquímicas como sigue:

- Análisis de metales en la fase sólida;
- conteo ácido base (ABA);
- ensayo de generación neta de ácido (NAG); y
- ensayo de lixiviación a corto plazo (procedimiento de lixiviación por precipitación sintética – SPLP, por sus siglas en inglés).

Todas las muestras recolectadas fueron remitidas para pruebas de análisis químico de sólidos, ABA y NAG. Dentro de esas muestras, se realizó una selección para escoger las muestras sobre las que se iba a realizar el ensayo de lixiviación a corto plazo. Los ensayos cinéticos están designados para evaluar la generación de ácido a largo plazo y el comportamiento de lixiviación de las muestras.

Cada uno de los análisis geoquímicos listados arriba se presenta en detalle en secciones posteriores de este reporte.

5.3.1 Análisis de Metales – Fase Sólida

Se realizaron análisis de elementos traza para cuantificar la composición elemental de los estériles en la totalidad de las muestras tomadas (51). El análisis elemental determina las concentraciones de los elementos mayores y trazas mediante una lixiviación multi-ácido, seguida por análisis mediante un espectrómetro de masa de plasma acoplado inductivamente (ICP) con el fin de determinar las concentraciones de: plata, aluminio, arsénico, bario, berilio, bismuto, calcio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, mercurio, potasio, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, fósforo, plomo, antimonio, selenio, estaño, estroncio, titanio, talio, uranio, vanadio, itrio y zinc.

Los resultados obtenidos en estos análisis suministran la base para realizar la comparación entre las muestras de roca y las abundancias típicas en la corteza terrestre (Price, 1997). La comparación con las abundancias típicas de la corteza terrestre se completa como parte de una herramienta para identificar los materiales y parámetros específicos del sitio, que requieren una revisión adicional por su potencial significancia para el medio ambiente. Cabe señalar, sin embargo, que las altas concentraciones en la fase sólida no necesariamente identifican materiales que serán de significancia ambiental.

5.3.2 Potencial de Generación de Acido

5.3.2.1 Conteo Acido Base

El conteo ácido base (ABA) fue desarrollado para evaluar el potencial de generación de ácido. Como parte de ABA, las cantidades de minerales generadores de ácido (minerales de sulfuro) y los minerales neutralizantes de ácido (carbonatos) son medidos para evaluar si los materiales muestreados tienen la suficiente capacidad

para neutralizar la acidez o si los materiales tienen el potencial para generar acidez. La metodología utilizada sobre las muestras es el método Sobek modificado (Sobek et al., 1978) que incluye el análisis de pH pasta, la especiación de azufre, el potencial de generación de acidez (AP), el potencial de neutralización de ácido (NP) y la especiación del carbono (carbono total, contenidos de carbonato y carbono orgánico).

Potencial de Generación de Acidez (AP)

El potencial de generación de acidez (AP) representa la mayor cantidad de acidez que puede ser producida. El AP para las muestras de 2014 se ha calculado a partir del contenido de azufre y asume que todos los minerales de azufre presentes como sulfuro se presentan en forma de pirita. Las concentraciones totales de azufre incluyen generalmente formas de azufre no reactivo y oxidado como los sulfatos. Aunque la disolución de los minerales de sulfato puede contribuir en algo al AP en el corto plazo, estos minerales generalmente no contribuyen al AP de un material en el largo plazo. Por lo tanto, el cálculo de AP utilizando el contenido de sulfuro (la parte reactiva del mineral de la pirita que contribuirá a la acidez) en lugar del azufre total es el método más apropiado para determinar AP. En investigaciones previas, el contenido de sulfuro no fue medido, por lo tanto el AP presentado en este reporte para los datos históricos fue calculado usando los contenidos de azufre total.

Potencial de Neutralización del Acido (NP) y Potencial de Neutralización de Carbonatos (CO_3-NP)

El potencial de neutralización de ácido (NP) representa la cantidad total de acidez que una muestra puede potencialmente consumir o neutralizar. El NP total se determinó mediante la acidificación de la muestra con ácido sulfúrico. Después de la acidificación de la muestra, la cantidad de ácido que se consume durante el tiempo de la prueba se determina a través de una titulación reversa. Valores negativos de NP indican las muestras que contienen acidez almacenada en la forma de fases solubles que contribuyen a la acidez después de la disolución.

El potencial de neutralización de carbonatos (CO_3-NP) es el valor calculado que representa la mayor cantidad de acidez que una muestra puede consumir a través de la disolución de los minerales carbonatados. El CO_3-NP es calculado a partir del contenido de carbonatos (wt% como CO_3).

El NP y el CO_3-NP típicamente se comparan con el propósito de evaluar la fuente mineralógica del NP en una muestra. La diferencia entre el NP y el CO_3-NP es que el NP representa el potencial de neutralización de ácido total, mientras que CO_3-NP se basa únicamente en el contenido de carbonatos en una muestra. Entonces, además del consumo de ácido por carbonatos fácilmente solubles, el NP total incorpora el consumo de ácido por minerales menos solubles, menos eficaces, como los alumino-silicato, silicatos y/u otros minerales. Si el NP es aproximadamente igual al CO_3-NP, el NP se puede atribuir probablemente a la disolución de los carbonatos. En los casos donde el NP es significativamente mayor que NP-CO_3, el NP puede ser sobreestimado debido a la disolución parcial de los minerales menos solubles, que no son carbonatos. La velocidad de disolución de los minerales alumino-silicato o silicatos es generalmente demasiado lenta para proporcionar capacidad de neutralización efectiva bajo condiciones ambientales. Sin embargo, los alumino-silicatos y silicatos pueden ser las fases minerales neutralizantes predominantes en condiciones de pH bajo o donde los tiempos de interacción agua-roca son muy largos.

Se ha realizado una evaluación del potencial de generación y neutralización de ácido, utilizando los resultados de ABA. El potencial de generación ácida es generalmente interpretado como la relación entre NP/AP, conocido

usualmente como la razón de potencial de neutralización (NPR), de acuerdo con las directrices recomendadas por MEND (2009) y descrito en la Tabla 5-2:

Tabla 5-2: Evaluación del Potencial de Formación de Acido

Potencial de Formación de Acido	Criterio	Comentarios
Potencial Formadora de Acido (PAF)	NPR <1	Potencial formadora de ácido, a menos que existan sulfuros no reactivos
Incierta	1 ≤ NPR ≤ 2	Posibilidad de formación de ácido si NP no es suficientemente reactivo o si se agota a una velocidad mayor que los sulfuros
No Formadora de Acido (NAF)	NPR >2	No se espera que genere acidez

Se utilizó el NP total para el cálculo del NPR para los silicatos minerales menos reactivos, así como para los carbonatos más reactivos. El CO_3-NP puede ser utilizado para los cálculos de NPR (CO_3-NPR = CO_3-NP/AP) para tener en cuenta la capacidad amortiguadora de los carbonatos únicamente e ignorar la capacidad neutralizadora de los minerales que reaccionan más lentamente. Por lo anterior, CO_3-NPR también se presenta y es utilizado para la evaluación del potencial DAR.

Por varias razones, no hay un solo NPR de aplicación universal para la predicción de la generación de ácido. Debido a que no existe un criterio universalmente aplicable, determinar el potencial de formación de ácido no solamente se basa en el NPR, sino también en el resultado de los otros análisis geoquímicos (por ejemplo, NAG y pruebas cinéticas), guías técnicas actualizadas e interpretación profesional. Los valores de umbral reales para prueba de laboratorio particular están diseñados de acuerdo con los materiales y pueden depender de muchos factores, incluyendo la composición química y mineralógica (como la presencia y cantidades de generación de ácidos y minerales neutralizantes), morfología (como el tamaño de grano, la textura y la cristalinidad) y las condiciones de meteorización y exposición en el sitio a largo plazo.

5.3.2.2 Ensayo de Generación Neta de Acido

Las muestras fueron remitidas para el ensayo de NAG, que fue conducido de acuerdo con los protocolos estipulados en AMIRA (2002) y Miller et al. (1997). El propósito de la prueba NAG es oxidar completamente los sulfuros. Esto se logra mediante la adición de peróxido de hidrógeno, añadido a la muestra en cantidades tales que sean suficientes para oxidar completamente los sulfuros. El pH de la solución oxidada se mide después de que la reacción está completa, con el fin de determinar el pH NAG, seguido por titulación de la solución a un pH de 4,5 con hidróxido de sodio. Se termina entonces la titulación, llegando a un pH de 7, con el objeto de proporcionar información adicional sobre la capacidad de neutralización.

Los resultados de la prueba NAG son utilizados para evaluar el potencial de un material para producir acidez después de un periodo de exposición y meteorización. El pH NAG es un indicador útil de cuando una muestra contiene suficiente capacidad interna para neutralizar la acidez producida a través de la oxidación de los sulfuros.

De acuerdo con las recomendaciones de AMIRA (2002) y MEND (2009), las muestras que reportan un pH NAG mayor que 4,5 son clasificadas como NAF y las muestras que reportan un valor de pH menor de 4,5 son clasificadas como PAF (Tabla 5-3).

Tabla 5-3: Criterio de Generación Neta de Acido (NAG) para el Potencial de Formación de Acido

pH NAG	Potencial de Formación de Acido [1]
≥ 4,5	No Formadora de Acido (NAF)
<4,5	Potencial Formadora de Acido (PAF)

Nota:
(1) Basado en AMIRA (2002).

De forma similar a los criterios ABA y NPR, el criterio NAG no es considerado de aplicación universal con respecto a la predicción de la formación de ácido. La determinación del potencial de formación de ácido debe ser realizado a través de la consideración tanto de los datos de NAG y ABA, los resultados de las pruebas cinéticas, las guías geoquímicas y el juicio profesional.

5.3.3 Ensayos de Lixiviación a Corto Plazo

Las pruebas de lixiviación a corto plazo son utilizadas usualmente como una herramienta cualitativa para evaluar los elementos de interés ambiental y para ayudar con la selección de las muestras que van a ser escogidas para desarrollar las pruebas estáticas. Los resultados de los ensayos de lixiviación de corto plazo no se traducen directamente en el comportamiento ambiental esperado de los materiales debido a:

- Tamaño y volumen relativamente pequeño de la muestra;
- La corta duración de la prueba puede no ser suficiente para contabilizar la representatividad de los tiempos de interacción entre el agua y la roca y las tasas de reacción mineral (como la oxidación de los sulfuros); y
- La mayor disolución de algunas fases minerales debido a condiciones de laboratorio impuestas (como pH, redox, agitación).

Aunque hay limitaciones con estas pruebas, son una indicación útil de los metales solubles que se pueden lixiviar fácilmente; como tal, las pruebas están diseñadas para ser utilizadas como una herramienta de detección para identificar los metales de potencial interés.

La prueba de lixiviación a corto plazo, como el procedimiento de lixiviación por precipitación sintética (SPLP, por sus silgas en inglés), se completó para medir las concentraciones de los constituyentes de la muestra de lixiviado que son fácilmente solubles. Se utilizó el método SPLP modificado (USEPA, 1998) mediante el cual se añadió una solución patrón diluida de ácido sulfúrico/nítrico a un pH de 4,2, que fue añadido a la muestra de sólidos y mezclada bien durante 18 horas. El procedimiento utilizado se denomina "modificado" porque la relación de líquido a sólido se ajustó de 20:1 a 4:1 para limitar la dilución y mejorar la identificación de los parámetros de interés. El lixiviado generado fue analizado para los siguientes parámetros:

- pH, alcalinidad, acidez, conductividad, sulfato, cloruro, plata, aluminio, arsénico, bario, boro, berilio, calcio, cadmio, cobalto, cromo, cobre, hierro, mercurio, potasio, litio, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, níquel, plomo, antimonio, selenio, estaño, estroncio, titanio, talio, uranio, vanadio, tungsteno, itrio y zinc.

Comparación con los Limites Regulatorios y las Guías

Los resultados del trabajo de pruebas de lixiviación se compararon con la Resolución Panameña No. 351 del 2000 – Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos de Agua Superficial y Subterránea (PR 351) y el Anteproyecto de Ley por el cual se dictan las normas de calidad ambiental para las aguas naturales y se establece la clasificación de los cuerpos de agua - Clase 1-C (Agua para consumo humano con simple tratamiento) (PR 1-C). Aunque los resultados SPLP fueron comparados con los límites reglamentarios y las guías, es importante señalar que estos no son aplicables a los resultados de pruebas de lixiviación a corto plazo y por lo tanto no deben interpretarse dentro de un contexto normativo. Por el contrario, estas comparaciones se llevan a cabo en el presente documento para identificar cualitativamente parámetros que son lixiviables a partir de los materiales probados, en concentraciones que pueden requerir una evaluación adicional en el contexto de la evaluación general del medio ambiente. Adicionalmente, los resultados de las pruebas SPLP se utilizaron junto con los resultados de ABA y los resultados de los análisis elementales para seleccionar candidatos para las pruebas cinéticas.

5.3.4 Prueba de las Celdas de Humedad

Las pruebas de las celdas de humedad (HCT, por sus siglas en inglés) se realizaron de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D5744-96 Método para la Aceleración de la Meteorización de los Materiales Sólidos Utilizando una Celda de Humedad Modificada (ASTM 2001). Una celda de humedad es una cámara diseñada para proporcionar un control sobre el aire, la temperatura y la humedad, permitiendo al mismo tiempo la eliminación de los productos de la meteorización (principalmente productos oxidados) en solución. Las HCT consisten en un 1 kg de muestra (equivalente seco) de la muestra. Las muestras se lixivian con 1 litro (L) de agua desionizada antes del ciclo semanal regular. Esta lixiviación inicial se considera el primer enjuague, o la semana 0. Los ciclos semanales consisten en períodos de 3 días donde el aire seco se hace circular en la celda, seguido por un período de 3 días donde el aire húmedo se hace circular en la celda y una lixiviación final en el día 7, cuando la celda se inunda con 1 L de agua destilada (1:1 relación de líquido a sólido en peso). Después de 1 hora de retención, el agua de lixiviación se drena desde el fondo de la celda, se filtra (filtro de 0,45 micras) y se recoge para su análisis. Todos los parámetros se analizan para las primeras cinco semanas de pruebas incluyendo pH, sulfatos, alcalinidad, acidez y metales. Después de las primeras cinco semanas, los metales sólo se analizan una vez cada cinco semanas, mientras que los parámetros generales continúan siendo medidos semanalmente.

Los resultados de las pruebas cinéticas se utilizan para evaluar la composición de los lixiviados resultantes del proceso de meteorización y para estimar el tiempo de retraso de la aparición de la generación de ácido en cada muestra bajo condiciones de laboratorio. Cambios en el pH y las concentraciones de sulfatos, alcalinidad, acidez y metales clave proporcionan información con respecto a las tasas de reacción de los minerales, en particular, la velocidad de agotamiento de los minerales sulfurosos y el potencial de neutralización.

6.0 RESULTADOS

Una descripción de los resultados preliminares y los resúmenes tabulados se presentan en las secciones siguientes en este documento. Es importante señalar que la discusión de los resultados es preliminar en naturaleza, particularmente para los resultados cinéticos, y que pueden ocurrir cambios en la interpretación,

si los datos geoquímicos posteriores difieren con los resultados actualmente disponibles. Como tal, la discusión de los resultados a continuación se basa en la comprensión actual de la geoquímica de los estériles y ripios.

6.1 Estériles

6.1.1 Análisis de metales – Fase sólida

El análisis de los metales en la fase sólida fue llevado a cabo para todas las muestras de estériles del programa 2014. Los resultados de estos análisis se presentan en la Tabla 6-1; los resultados fueron comparados con los valores de abundancia típicos de la corteza de Price (1997). Los datos del análisis de metales de las investigaciones previas no están disponibles. Un resumen de las observaciones preliminares para La Pava y Quemita se presenta a continuación:

La Pava

Los tipos de alteración que reportaron concentraciones de parámetros que exceden al menos cinco veces el valor promedio de la abundancia en la corteza para una o más muestras incluyen:

- Alteración Sílice: arsénico (5,8 – 30 ppm), bario (34 – 6400 ppm), bismuto (<0,090 – 3,3 ppm), mercurio (0,060 – 2,0 ppm), molibdeno (3,1 – 6,1 ppm), antimonio (0,80 – 5,8 ppm) y selenio (1,4 – 4,0 ppm).
- Alteración Sílice-Arcilla: plata (0,20 – 1,7 ppm), arsénico (6,3 – 13 ppm), bismuto (<0,090 – 2,6 ppm), mercurio (0,11 – 2,6 ppm), antimonio (1,6 – 2,1 ppm) y selenio (<0,70 ppm).
- Alteración Arcilla: arsénico (4,6 – 22 ppm), bismuto (<0,090 – 0,41 ppm), mercurio (0,050 – 2,1 ppm), molibdeno (0,80 – 11 ppm), antimonio (0,80 – 6,2 ppm) and selenio (<0,70 ppm).
- Roca fresca: bismuto (<0,090 ppm) y selenio (<0,70 ppm).

Quemita

Los tipos de alteración que reportaron concentraciones de parámetros superiores al menos cinco veces a la abundancia promedio de la corteza terrestre para una o más muestras incluyen:

- Alteración Sílice: plata, (0,080 a 7,7 ppm), arsénico (2,8 – 1300 ppm), bario (35 – 4500 ppm), bismuto (<0,090 a 9,8 ppm), cobre (19 – 2000 ppm), mercurio (<0,050 a 3,6 ppm) , molibdeno (0,70-28 ppm), plomo (5,0 a 520 ppm), antimonio (<0,80 a 34 ppm), selenio (<0,70 a 21 ppm), estaño (0,50 a 23 ppm), estroncio (6 – 1900 ppm) y zinc (4,9 a 740 ppm).
- Alteración Sílice-Arcilla: plata (0,040 a 1,1 ppm), arsénico (4,3 a 34 ppm), bismuto (<0,090 a 1,1 ppm), cobre (79 – 1100 ppm), mercurio (<desde 0,050 hasta 0,73 ppm), molibdeno (0,90 a 9,0 ppm), plomo (6,7 a 140 ppm), antimonio (<0,80 a 5,7 ppm) y selenio (<0,70 a 8,1 ppm).
- Alteración Arcilla: bismuto (<0,090 a 1,8 ppm) y selenio (<0,70 ppm).
- Roca Fresca: bismuto (<0,090 a 1,8 ppm), cobre (32 a 670 ppm), antimonio (<0,80 a 1,1 ppm) y selenio (<0,70 ppm).

Para concentraciones de bismuto y selenio, el límite de detección sobrepasa diez veces la abundancia promedio de la corteza y se han incluido para mantener un escenario conservador. Los parámetros

mencionados anteriormente fueron revisados más detalladamente con relación a los resultados de las pruebas de lixiviación a corto plazo que se describen en la Sección 6.1.4.

6.1.2 Conteo Acido Base

El conteo acido base se realizó sobre todas las muestras de estériles de las investigaciones anteriores (Knight Piésold, 1993 y Knight Piésold, 1994) y el programa de muestreo de 2014. Los resultados de ABA para las muestras de 2014 se presentan en la Tabla 6-2 y se muestran en las Figuras 6.1 a 6.4. Los resultados ABA de investigaciones anteriores se presentan en la Tabla 6-3. Los resultados para cada tipo de análisis de presentan a continuación.

pH pasta

Los resultados de pH pasta se utilizan para evaluar la acidez generada a partir de disolución de los minerales solubles presentes en una muestra. Los valores de pH pasta para las muestras del programa 2014 variaron entre 3,8 y 8,2 para las muestras de La Pava y entre 2,3 y 8,3 para las muestras de Quemita. Estos valores son similares a los reportados en las investigaciones anteriores, donde los valores de pH variaron entre 2,7 y 8,5 para las muestras de La Pava y entre 3,9 y 8,0 para las muestras Quemita. Los valores de pH pasta se han graficado contra los valores de azufre como sulfuro (datos 2014) y el azufre total (datos históricos) presentados en la Figura 6-1. Para propósitos de comparación también se muestran los criterios de pH pasta de 5,5 presentados en Price (1997).

De las muestras correspondientes a 2014, 37 muestras tuvieron un pH pasta menor de 5,5, mientras que las 14 muestras restantes tuvieron un pH pasta mayor de 5,5. En investigaciones previas (Knight Piésold, 1993 y Knight Piésold, 1994), 43 muestras de La Pava y veinticinco muestras de Quemita tuvieron un pH pasta inferior de 5,5 y las muestras remanentes tuvieron todas un pH pasta mayor de 5,5. Los valores acídicos de pH pasta sugieren que hay cantidades apreciables de acidez fácilmente soluble en todos los tipos de alteración, particularmente en Quemita para la mayoría de las muestras analizadas.

Especies de Azufre

Las concentraciones de contenidos de azufre total, sulfuro y sulfato fueron medidas (todos como wt% de S) como parte del análisis ABA. El contenido de sulfuro se representa gráficamente como una función del azufre total en la Figura 6-2. Los contenidos de sulfuro varían entre <0,010 a 1,2 wt% como S en La Pava y <0,010 a 15,4 wt% como S en Quemita para las muestras 2014; los contenidos de sulfuro varían entre <0,01 a 18 wt% como S en La Pava y 0,13 a 9,5 wt% como S en Quemita en las investigaciones anteriores, cuando los contenidos de sulfuro están disponibles (Knight Piésold, 1994).

Se ha añadido a la gráfica una línea referencia 1:1 para evaluar la especiación de los minerales de azufre en las muestras del material. Las muestras que se encuentran a lo largo de esta línea indican que el azufre presente se encuentra en forma de sulfuro, presumiblemente como minerales de sulfuro. Cuando la muestra se encuentra por debajo de la línea de referencia, la forma predominante es el azufre manifestado como sulfato. Los resultados de especiación de azufre para todos los tipos de roca muestran que la proporción de azufre como sulfuro es variable para todo el conjunto de muestras. Esto indica que el azufre en forma de sulfato también está presente, encontrándose algunas muestras que presentan sulfato en cantidades significativas – esto es cierto principalmente para las muestras seleccionadas de las alteraciones sílice y sílice-arcilla de Quemita. Muestras de la alteración sílice en Quemita tienen la proporción más alta de azufre como sulfuro entre los distintos tipos de alteración.

Potencial de Neutralización y Potencial de Neutralización por Carbonatos

Los estériles correspondientes al programa de muestreo de 2014 y las investigaciones anteriores (Knight Piésold, 1993 y Knight Piésold, 1994) muestran una gama relativamente amplia de valores NP, variando entre -10,6 y 144 toneladas de $CaCO_3$/1000 toneladas y entre -6,1 y 193 toneladas de $CaCO_3$/1000 toneladas, respectivamente. Los valores más bajos y más altos de NP se observaron en las muestras de alteración sílice de Quemita en el programa de muestreo de 2014 y en las muestras de las alteraciones sílice y arcilla de La Pava durante las investigaciones anteriores. Los valores negativos NP son el resultado de la acidez almacenada en algunas de las muestras. En general, todos los tipos de alteración de La Pava y Quemita tenían valores NP promedio inferiores a una (1) tonelada $CaCO_3$/1000 toneladas, con la excepción de la alteración sílice de Quemita, para los resultados del programa de muestreo de 2014.

El valor del potencial de neutralización de carbonatos (CO_3-NP) varía en un rango entre 0,083 a 136 toneladas $CaCO_3$/1000 toneladas. El valor de CO_3-NP se presenta como una función del NP total en la Figura 6-3. El potencial de neutralización de carbonatos no fue calculado para las muestras provenientes de investigaciones previas (Knight Piésold, 1993 and Knight Piésold, 1994), ya que el contenido de carbonatos de las muestras no fue reportado. Para evaluar la proporción de NP que está conformada por CO_3-NP, una línea de referencia 1:1 fue adicionada al gráfico. Cuando el NP es igual que el CO_3-NP, el NP proviene solamente de minerales carbonatados. Los puntos de las muestras que se encuentran localizadas por debajo de la línea de referencia 1:1 tienen una proporción significativa del NP que proviene de minerales no carbonatados como los aluminosilicatos y los silicatos. Todas las muestras se graficaron bajo la línea de referencia 1:1. La excepción son las muestras que tienen un NP negativo y cero CO_3-NP. Se tiene entonces que el potencial de neutralización de todos los tipos de alteración proviene principalmente de los minerales no carbonatados, tanto para La Pava como para Quemita.

Potencial de Generación de Acido

El potencial de neutralización de las muestras de estériles se graficó contra el potencial de generación de acidez en la Figura 6-4. Según los criterios de MEND (2009) (Tabla 5-2), también se han graficado las líneas de referencia que representan los posibles criterios de clasificación de formación de ácido. Cuarenta y seis (46) muestras del programa de muestreo de 2014 (incluyendo 38 de Quemita y 8 muestras de La Pava) tienen un valor NPR de menos de 1 y se clasifican como potencial formadoras de ácido. Una muestra (correspondiente a la alteración sílice de La Pava) ha reportado un valor de NPR que está entre o es igual a 1 a 2, y por lo tanto se clasifica como "incierta" (es decir, que tiene un potencial de generación de ácido desconocido). Cuatro (4) muestras reportaron NPR valores superiores a 2 (tres muestras de Quemita: dos de la alteración de sílice y una en la roca fresca; y una muestra de roca fresca para La Pava) y han sido clasificadas como no formadoras de ácido o NAF. En investigaciones anteriores, casi todas las muestras reportaron un valor NPR de menos de 1 y fueron clasificadas como potencial formadoras de ácido, con sólo 6 de 75 muestras de La Pava y 5 de 44 muestras de Quemita clasificadas como No Formadora de Acido (NAF).

El valor CO_3-NPR también se calculó para las muestras de 2014, donde sólo se representa el NP de los minerales de carbonato relativamente más reactivos. Se graficaron los valores de CO_3-NP frente a los valores de AP en la Figura 6-5, junto con los criterios establecidos en MEND (2009). Cuarenta y siete (47) muestras del programa de muestreo (39 de Quemita y 8 muestras de La Pava) tienen un valor CO_3-NPR de menos de 1 y se clasifican como PAF. Una muestra de La Pava correspondiente a la alteración sílice tiene un valor CO_3-NPR que está entre o es igual a 1 a 2 y se clasifica como incierta. Las tres muestras restantes (2 de Quemita de la

alteración sílice y una de La Pava correspondiente a la muestra fresca) tienen valores de CO_3-NPR superiores a 2 y son clasificadas como NAF. El valor CO_3-NPR no se calculó para las muestras de las investigaciones anteriores, ya que la concentración de carbonato de las muestras no fue reportada.

6.1.3 Ensayo de Generación Neta de Acido (NAG)

Se realizaron ensayos de generación neta de ácido para todas las muestras. Los resultados de NAG para las muestras del 2014 se presentan en la Tabla 6-2. También se realizaron pruebas de generación neta de ácido sobre un subconjunto de las muestras de investigaciones anteriores (Knight Piésold, 1994) y los resultados se presentan en la Tabla 6-3.

En investigaciones previas (Knight Piésold, 1994), los valores de pH NAG variaron entre 2,1 hasta 7,6 en las muestras de La Pava, y entre 1,9 y 6,7 para las muestras de Quemita. Cuarenta y cinco (45) de 52 muestras de La Pava y 38 de 44 muestras de Quemita reportaron valores de pH NAG inferior a 4,5, indicando que la mayoría de las muestras tienen el potencial de generación de ácido. Los valores de pH NAG de las muestras de estériles de 2014 oscilaron entre 1,8 y 10,6. Veintisiete (27) muestras, incluyendo 19 correspondientes a la alteración sílice y 6 a la alteración sílice-arcilla de Quemita y 2 muestras de la alteración sílice-arcilla de La Pava reportaron valores de pH NAG menores que 4,5, indicando potencial para la generación de ácido. Las restantes 24 muestras reportaron valores de pH NAG mayores que 4,5.

Los resultados del ensayo NAG apoyan los resultados obtenidos para las pruebas ABA para las muestras clasificadas como NAF. La única muestra clasificada como incierta (correspondiente a la alteración sílice de La Pava) tuvo un valor de pH NAG de 7,5, sugiriendo que es NAF. De las muestras clasificadas como PAF (basados en los resultados de ABA), 57% tuvieron un valor de pH NAG menor de 4,5.

6.1.4 Procedimiento de Lixiviación por Precipitación Sintética

En investigaciones anteriores, las pruebas SPLP se realizaron en 23 muestras de La Pava, compuestas por los tipos de alteración sílice (10 muestras), sílice-arcilla (5 muestras) y arcilla (8 muestras). Los resultados de las pruebas SPLP llevadas a cabo sobre las muestras de estériles han sido comparados con PR 1-C y PR 351. Un resumen de los datos históricos de pruebas SPLP se presenta en la Tabla 6-4. La discusión que se presenta a continuación está relacionada con el número de muestras que superan los valores establecidos en las guías y sólo tiene en cuenta las muestras que reportan valores detectables (es decir, concentraciones que reportaron por encima de los límites de detección). Los principales resultados y observaciones de las pruebas SPLP se resumen a continuación.

- Los valores de pH fueron menores que PR 351 (5,5 – 9,0) y PR 1-C (6,5 – 8,5) en todas menos una de las 23 muestras analizadas, que variaron entre 3,3 y 5,7. Una muestra de roca fresca (5,7) tenía un valor de pH dentro de los rangos establecidos en las guías.
- Las concentraciones de aluminio fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,1 mg/L) en cinco muestras correspondientes a la alteración sílice (0,14 a 10 mg/L), dos muestras de la alteración sílice-arcilla (7,5 y 12 mg/L) y cuatro muestras de la alteración arcilla (1,7 a 17 mg/L). Adicionalmente, dos muestras de cada una de las alteraciones sílice, sílice-arcilla y la arcilla fueron superiores que PR 351 (5,0 mg/L).
- Las concentraciones de arsénico fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,005 mg/L) en tres muestras correspondientes a la alteración sílice (0,05 a 0,06 mg/L) y una muestra de la alteración arcilla (0,05 mg/L).

El límite de detección (0,05 mg/L) para el arsénico es un orden de magnitud mayor que la guía PR1-C y por lo tanto los valores que se exceden no pueden ser evaluados.

- Las concentraciones de cobre fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,01 mg/L) para ocho muestras correspondientes a la alteración sílice (0,03 a 399 mg/L), tres muestras de la alteración sílice-arcilla (0,04 a 50 mg/L) y cinco muestras de alteración arcilla (5,1 a 117 mg/L). De estas muestras, siete muestras de la alteración sílice, dos de la alteración sílice-arcilla y cinco de la alteración arcilla fueron mayores que PR 351 (1,0 mg/L).
- Las concentraciones de hierro fueron mayores que el criterio PR 351 (5,0 mg/L) para cinco muestras correspondientes a la alteración sílice (14 – 140 mg/L), dos muestras de la alteración sílice-arcilla (15 y 22 mg/L) y dos muestras de la alteración arcilla (13 y 41 mg/L).
- Las concentraciones de mercurio fueron mayores que el criterio PR 351 (0,0002 mg/L) en una muestra de alteración arcilla (0,0004 mg/L).
- Las concentraciones de manganeso fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,3 mg/L) para cinco muestras de la alteración sílice (0,40 – 0,93 mg/L) y dos muestras de la alteración arcilla (0,45 – 3,5 mg/L).
- Las concentraciones de níquel fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,2 mg/L) para seis muestras de la alteración sílice (0,1 to 0,22 mg/L), dos muestras de la alteración sílice-arcilla (0,04 y 0,06 mg/L) y tres muestras de la alteración arcilla. Una muestra de la alteración sílice también fue mayor que el criterio PR 351 (0,025 mg/L).
- Las concentraciones de plomo fueron mayores que los criterios PR 1-C (0,05 mg/L) y PR 351 (0,005 mg/L) en dos muestras de la alteración de sílice (0,06 mg/L). Las muestras remanentes se encontraron por debajo del límite de detección (0,05 mg/L) que es igual al valor de PR 351 y un orden de magnitud mayor que PR 1-C.
- Las concentraciones de zinc fueron mayores que el criterio PR 351 (0,18 mg/L) para una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,5 mg/L) y una muestra de la alteración arcilla (0,31 mg/L).

En el programa de muestreo de 2014, se realizó la prueba SPLP en 25 muestras de estériles seleccionadas con base a los resultados de las pruebas de metales en fase sólida y los resultados ABA. De las 25 muestras, 16 muestras corresponden a material de pulpa y 9 muestras fueron testigos de roca. Se realizó una selección tanto de las muestras de pulpa como de testigos para poder llevar a cabo una comparación entre los resultados de la prueba de lixiviación obtenidos. Dado el pequeño tamaño de grano del material de pulpa, se esperaba que los resultados de la prueba de lixiviación fueran más conservadores para estas muestras, ya que hay un incremento del área del mineral superficial que reacciona con el ácido adicionado a las muestras. Los resultados de las pruebas SPLP llevadas a cabo sobre las muestras de estériles se compararon con PR 1-C y PR 351. El conjunto de datos completo se reporta en la Tabla 6-5. La discusión que se presenta a continuación está relacionada con el número de muestras superiores a las directrices y sólo representa las muestras que presentaron resultados detectables y mayores que los valores establecidos en las guías. Los resultados preliminares clave y observaciones de las pruebas SPLP se resumen a continuación.

Dos valores de pH se presentan en la Tabla 6-5; el valor final de pH que corresponde al valor obtenido después de 18 horas de agitación y el valor de pH correspondiente al valor obtenido después de que el sobrenadante es decantado y filtrado. Los resultados se resumen así:

- Los valores de pH finales fueron menores que PR 351 (5,5 – 9,0) y PR 1-C (6,5 – 8,5) en 21 de las 25 muestras analizadas, con valores variando entre 2,7 – 6,3. Una muestra de la alteración sílice (8,6) tuvo un valor de pH superior a PR 1-C en Quemita, mientras que las tres muestras remanentes tuvieron valores dentro de los rangos establecidos en las guías.

- Los valores de pH filtrados fueron menores que PR 351 (5,5 – 9,0) y PR 1-C (6,5 – 8,5) para tres muestras correspondientes a la alteración de sílice (4,0 – 4,6) y tres muestras correspondientes a la alteración sílice-arcilla (3,0 – 4,5) en Quemita y dos muestras de la alteración de sílice-arcilla (4,5 – 4,8) en La Pava. Los valores de pH que excedieron PR 351 y PR 1-C corresponden a cinco muestras de la alteración sílice (8,5 a 9,5), una muestra de la alteración arcilla (9,3) y una muestra de roca fresca (9,0) en Quemita, y en una muestra de las siguientes alteraciones en La Pava: alteración sílice (8,6), alteración arcilla (9,7) y roca fresca (9,1).

Once (11) de las muestras de SPLP presentaron incrementos en los valores de pH finales y los pH de la solución filtrada, pasando de valores ácidos (4 – 6) a valores alcalinos/neutros (8 – 10). El aumento en los valores de pH parece corresponder a la disminución de las concentraciones de algunos metales (por ejemplo, aluminio, cobre y hierro). Por lo tanto, las concentraciones reportadas de metales en estas muestras pueden no ser representativas de los metales a ser lixiviados bajo condiciones ácidas. Sin embargo, esto indica que algunas de las muestras con valores bajos de pH aumentan a valores de pH más altos. Se deben realizar pruebas cinéticas para determinar la persistencia de estos incrementos de pH, donde también se considera la meteorización de minerales, la oxidación de sulfuros y la generación constante de los valores de pH ácidos.

- Las concentraciones de sulfato fueron mayores que el criterio PR 1-C (250 mg/L) en una muestra de la alteración sílice (320 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (280 – 1000 mg/L) para Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (440 mg/L) de La Pava. Las concentraciones fueron mayores que los criterios PR 1-C y PR 351 (1000 mg/L) para tres muestras de la alteración sílice (1500 a 2400 mg/L) y una muestra de la alteración sílice-arcilla (1100 mg/L) en Quemita.

- Las concentraciones de aluminio fueron mayores que PR 1-C (0,1 mg/L) en dos muestras de la alteración sílice (0,13 – 0,16 mg/L), una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,59 mg/L) y una muestra de roca fresca (0,14 mg/L) en Quemita, y en dos muestras de La Pava, una correspondiente a la alteración sílice-arcilla (4,9 mg/L) y una muestra de roca fresca (0,29 mg/L). Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (5,0 mg/L) en tres muestras de la alteración sílice (10 – 25 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (35 – 87 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (14 mg/L) en La Pava.

- Las concentraciones de cadmio fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,001 mg/L) en una muestra de la alteración sílice (0,0017 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (0,001 – 0,0081 mg/L) en Quemita. Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (0,01 mg/L) en dos muestras de la alteración sílice (0,027 – 0,041 mg / L) y una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,016 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla en La Pava (0,028 mg/L).

- Las concentraciones de cobre fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,1 mg/L) en una muestra de la alteración de sílice-arcilla (0,25 mg/L) y una muestra de roca fresca (0,043 mg/L) en Quemita, y en una muestra de alteración sílice (0,018 mg/L) en La Pava. Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (1 mg/L) en tres muestras de la alteración sílice (2,0 – 137 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (3,2 – 207 mg/L) en Quemita, y en dos muestras de la alteración sílice-arcilla (7,1 – 8,8 mg/L) en La Pava.
- Las concentraciones de hierro fueron mayores que PR 351 (5 mg/L) en tres muestras de alteración sílice (8,5 – 156 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (7,5 – 234 mg/L) en Quemita, y en una muestra correspondiente a la alteración sílice-arcilla (16 mg/L) en La Pava.
- Las concentraciones de manganeso fueron mayores que el criterio PR 351 (0,3 mg/L) en cuatro muestras de la alteración sílice (0,33 – 11 mg/L) y tres muestras de la alteración sílice-arcilla (0,43 – 20 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (20 mg/L) en La Pava.
- Las concentraciones de níquel fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,025 mg/L) en una muestra de la alteración sílice (0,16 mg/L) y dos muestras de la alteración sílice-arcilla (0,098 y 0,18 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,029 mg/L) en La Pava. Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (0,20 mg/L) en tres muestras de la alteración sílice (0,21 – 0,36 mg/L) y una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,48 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,35 mg/L) en La Pava.
- Las concentraciones de plomo fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,005 mg/L) en una muestra de la alteración sílice (0,017 mg/L) y dos muestras de la alteración sílice-arcilla (0,013 y 0,014 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,0055 mg/L) en La Pava. No hay muestras con concentraciones mayores que PR 351 (0,05 mg/L).
- Las concentraciones de selenio fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,005 mg/L) en dos muestras de la alteración sílice (0,0060 y 0,0070 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (0,0080 mg/L) en La Pava. Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (0,01 mg/L) en una muestra de la alteración de sílice (0,039 mg/L) en Quemita.
- Las concentraciones de zinc fueron mayores que el criterio PR 1-C (0,18 mg/L) en una muestra de la alteración sílice (0,51 mg/L) y dos muestras de la alteración sílice-arcilla (0,59 y 1,2 mg/L) en Quemita, y en una muestra de la alteración sílice-arcilla (1,1 mg/L) en La Pava. Las concentraciones fueron mayores que PR 1-C y PR 351 (3 mg/L) en dos muestras de la alteración sílice (5,2 y 6,9 mg/L) y una muestra de la alteración sílice-arcilla (5,1 mg/L) en Quemita.

Otros parámetros que estuvieron por encima de los valores establecidos en PR 1-C/PR 351 en al menos una muestra incluyen: arsénico, boro y mercurio.

6.1.5 Resultado de las Celdas de Humedad

Las muestras para las pruebas de celdas de húmedas (o cinéticas) fueron seleccionadas basándose en los resultados preliminares de las pruebas estáticas, tal como se reportó anteriormente. Un total de cuatro muestras de testigos de roca, una correspondiente a la alteración sílice-arcilla de Quemita, una correspondiente a la alteración sílice de La Pava y dos muestras correspondientes a la alteración sílice de Quemita fueron seleccionadas. La selección de estas muestras se basó en el potencial de generación de ácido de las mismas, y en menor medida, en su composición elemental y los resultados de las pruebas de lixiviación a corto plazo. Los resultados clave de las pruebas estáticas para las cuatro muestras seleccionadas se resumen en la Tabla 6-6.

Tabla 6.6: Resultado de las Pruebas Estáticas para las Muestras de Celdas de Humedad

Muestra ID	Perforación Número	Profundidad (m)		Litología	pH pasta	Azufre como Sulfuro	Azufre como Sulfato	CO_3-NP	NP	AP	NPR	CO_3-NPR	pH NAG	Parámetros por encima del criterio en el ensayo SPLP
		De	Hasta		s.u.	%	%	t $CaCO_3$/1000 t			tasa	tasa	s.u.	
Quemita														
2014-CG-053	PDH11502	75	80,2	Alteración sílice	5,6	0,31	0,010	0,67	1,2	9,7	0,12	0,069	5,6	--
2014-CG-055	PDH11506	118	130		4,8	4,7	3,0	53	49	148	0,33	0,35	2,4	SO_4, Mn, Ni, Se
2014-CG-057	PDH11506	100	110	Alteración sílice-arcilla	6,0	4,4	1,4	81	87	136	0,64	0,60	3,0	SO_4
La Pava														
2014-CG-041	PDH12054	17	30	Alteración sílice	5,8	0,37	0,060	0,083	0,10	12	0,008	0,0072	5,5	Cu

Los resultados disponibles de pruebas cinéticas corresponden a 37 semanas de duración. Las siguientes secciones presentan los resúmenes de los resultados de estas pruebas. El conjunto de todos los resultados de las celdas húmedas se presentan en el Apéndice C. Los resultados de las pruebas cinéticas para los parámetros clave se presentan en las figuras 6-6 a 6-9. Los resultados para todos los parámetros se presentan gráficamente en el Apéndice C.

Al igual que en los resultados de SPLP, los resultados de las pruebas cinéticas se compararon con los criterios de las guías regulatorias PR 1-C y PR 351. Aunque los resultados de la prueba de lixiviación cinética se compararon con los límites regulatorios y guías, es importante notar que estos límites y guías no son aplicables para los resultados de las pruebas de lixiviación cinética y entonces, no deben ser interpretados dentro de un contexto normativo. Estas comparaciones se han llevado a cabo en el presente documento solo para identificar cualitativamente parámetros que son lixiviables a partir de pruebas de materiales en concentraciones que pueden requerir una evaluación adicional en el contexto de la evaluación ambiental en general.

Tal como se indicó anteriormente, las pruebas cinéticas fueron desarrolladas en cuatro muestras de estériles, incluyendo tres muestras de Quemita (dos muestras de la alteración sílice y una muestra de la alteración sílice-arcilla (2014-CG-053, 2014-CG-055 y 2014-CG-057, respectivamente), y una muestra de la alteración sílice correspondiente a La Pava (2014-CG-041). Estas cuatro muestras fueron escogidas por las siguientes razones:

- 2014-CG-053 – alteración sílice Quemita – bajo azufre como sulfuro, NPR/CO_3-NPR indica PAF mientras que el pH NAG indica NAF. Todas las concentraciones de SPLP por debajo de los valores límites de las guías panameñas.
- 2014-CG-055 – alteración sílice Quemita – alto azufre como sulfuro, NPR/CO_3-NPR y pH NAG indican PAF. Concentraciones de níquel y selenio en el SPLP por encima de los valores límites de las guías.
- 2014-CG-057 – alteración sílice-arcilla Quemita – alto azufre como sulfuro, NPR/CO_3-NPR y pH NAG indican PAF. Todas las concentraciones en el SPLP por debajo de los valores límites de las guías.
- 2014-CG-041 – alteración sílice La Pava– alto azufre como sulfuro, NPR/CO_3-NPR indica PAF, mientras que pH NAG indica NAF. Concentraciones de cobre en el SPLP por encima de los valores límites de las guías.

Estas muestras fueron seleccionadas con base en los datos existentes actualmente y se consideran representativas de testigos de roca, no del material de pulpa. También hay que señalar que dos de las muestras procedentes de Quemita (2014-CG-055 y 2014-CG-057) corresponden a testigos de roca muestreados por debajo del tajo a cielo abierto propuesto, dentro de la zona sulfurosa. Estas muestras fueron seleccionadas debido a la limitada disponibilidad de muestras de testigos de roca correspondientes a la zona donde se va a desarrollar el tajo a cielo abierto. Sin embargo, el contenido de sulfuro de estas muestras está dentro del rango de contenido de sulfuro (<0,010 a 15%) para las muestras de alteración sílice analizadas como parte de esta investigación, provenientes de la zona oxidada. Si bien estas muestras de testigos de roca están dentro de la zona sulfurosa, se consideró apropiado someterlas a las pruebas cinéticas, en lugar de las muestras de pulpa en la zona oxidada, ya que estas últimas (por su tamaño tan fino) podrían haber generado resultados anómalos debido a los métodos utilizados en las pruebas cinéticas. Por lo anterior, las muestras seleccionadas se consideran representativas de los potenciales estériles con contenidos de sulfuro elevados que pueden encontrarse dentro de la zona del tajo a cielo abierto.

La calidad del agua de los lixiviados generados en la prueba cinética para las cuatro muestras se puede resumir como sigue para los parámetros clave:

pH

- 2014-CG-041: Los valores muestran una tendencia general decreciente de 6,36 a 5,43 durante las primeras cinco semanas, un ligero incremento desde la semana 6 a la semana 9 (5,82 a 6,46), una disminución en la semana 13 (5,08) y fluctuación entre valores de 5 y 6 hasta la semana 37. Los valores están dentro de los rangos establecidos en PR 351, pero se mantienen por debajo del rango establecido en PR 1-C.
- 2014-CG-053: Los valores son ligeramente ácidos, manteniendo un pH entre 4,37 y 5,25, y por debajo de lo establecido en PR 351 y PR 1-C hasta la semana 37.
- 2014-CG-055: Los valores se incrementan desde 4,69 al inicio (semana 0) hasta un máximo de 6,55 en la semana 6. Los valores fluctúan entre 5,27 y 6,40 durante el resto del periodo de pruebas. Los valores de pH estuvieron por debajo de lo establecido en PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas con algunas semanas por debajo de lo establecido en PR 351.
- 2014-CG-057: Los valores varían entre neutrales a casi neutros, y entre 6,23 y 7,47 a lo largo del periodo de pruebas. Todos los valores de pH estaban dentro de los rangos estipulados en PR 351 y PR 1-C, con la excepción de los datos correspondientes a las semanas 11, 12 y 14 que caen por debajo del límite inferior establecido en PR 1-C.

Acidez

- 2014-CG-041: El rango de las concentraciones varía desde valores por debajo del límite de detección (<2 mg/L) hasta 4 mg/L a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones generalmente fluctúan entre 2 y 6 mg/L a lo largo del periodo de pruebas, aunque se presentó un aumento a 18 mg/L en la semana 11.
- 2014-CG-055: Las concentraciones en los primeros ciclos fueron al menos dos órdenes de magnitud mayores que los obtenidos para todas las demás muestras (110 mg/L). La acidez se ha reducido a 6 mg/L en la semana 9, seguido de un aumento a 11 mg/L en la semana 11.
- 2014-CG-057: Las concentraciones se mantuvieron por debajo del límite de detección (<2 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas.

Alcalinidad

- 2014-CG-041: Las concentraciones se mantuvieron por debajo del límite de detección (<2 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones se mantuvieron por debajo del límite de detección (<2 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-055: Las concentraciones fluctuaron desde bajo el límite de detección hasta 4 mg/L a lo largo del periodo de pruebas.

- 2014-CG-057: Las concentraciones variaron entre 7 y 24 mg/L a lo largo del periodo de pruebas.

Sulfato

- 2014-CG-041: Las concentraciones en general mostraron una tendencia a la disminución desde las concentraciones iniciales (5,8 mg/L) a las concentraciones en la semana 20 (1,5 mg/L). Las concentraciones se mantuvieron por debajo de lo establecido en las guías PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones han disminuido constantemente desde un máximo de 20 mg/L en la semana 1 a 3,4 mg/L en la semana 20. Las concentraciones permanecen por debajo de lo establecido en las guías PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-055: Las concentraciones son las más altas de las cuatro celdas con una concentración inicial de 4000 mg/L en el primer enjuague. Las concentraciones disminuyen de manera constante a 540 mg/L en la semana 20. Las semanas 0-3 exceden lo establecido en PR 351 (1000 mg/L), mientras que las concentraciones permanecen por encima de PR 1-C (250 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Las concentraciones fueron superiores a lo establecido en PR 351 en la semana 0 (1100 mg/L) y mayor a PR 1-C de la semana 0 a la semana 7 (290 a 1100 mg/L). Las concentraciones disminuyen constantemente a lo largo del periodo de pruebas hasta estar por debajo de 100 mg/L.

Aluminio

- 2014-CG-041: Las concentraciones se mantuvieron iguales o menores que el límite de detección de <0,01 mg/L y <0,0003 mg/L a lo largo del periodo de pruebas con excepción de las semanas 15, 20 y 25 (0,0005 y 0,0032 mg/L).
- 2014-CG-053: Las concentraciones decrecieron desde un máximo de 0,02 mg/L en la semana 1 a 0,0031 mg/L en la semana 35.
- 2014-CG-055: Las concentraciones se reportaron elevadas en el primer enjuague (8,75 mg/L), pero disminuyen de manera constante hasta 0,025 mg/L en la semana 10. A continuación aumentan a 0,034 mg/L en las semanas 15 y 20 y luego disminuyen hacia la semana 35 a 0,02 mg/L. Las concentraciones exceden PR 351 (5 mg/L) en la semana 0 y PR 1-C (0,1 mg/L) para las semanas 0 y 1.
- 2014-CG-057: Las concentraciones estuvieron por debajo de 0,02 mg/L para las 35 semanas.

Cadmio

- 2014-CG-041: Las concentraciones alcanzan un máximo de 0,000007 mg/L en la semana 2 y luego disminuyen por debajo del límite de detección (<0,000003 mg/L) durante el resto del período de pruebas con excepción de las semanas 20 y 35. Las concentraciones permanecen por debajo de lo establecido en las guías PR 351 y PR 1-C.
- 2014-CG-053: Las concentraciones aumentan hasta un máximo de 0,000019 mg/L en la semana 2 y luego disminuyen de manera constante hasta 0,000008 mg/L en la semana 20. Las concentraciones aumentan de manera constante hacia la semana 35 (0,00008 mg/L) pero permanecen por debajo de lo establecido en las guías PR 351 y PR 1-C.

- 2014-CG-055: Las concentraciones fueron más altas en el primer enjuague (0.00425 mg/L) y desde ahí generalmente se redujeron a 0,00001 mg/L en la semana 35. Las concentraciones en la semana 0 superaron PR 1-C, mientras que todas las concentraciones estuvieron por debajo de PR 351.
- 2014-CG-057: Las concentraciones disminuyeron desde un máximo de 0,0011 mg/L en el primer enjuague hasta 0,000017 mg/L en la semana 35. Las concentraciones estuvieron por encima de los niveles establecidos en PR 1-C en el primer enjuague.

Cobre

- 2014-CG-041: Las concentraciones oscilaron entre 0,00023 mg/L y 0,00049 mg/L a lo largo del periodo de pruebas y no superan lo establecido en PR 351 o PR 1-C.
- 2014-CG-053: Las concentraciones variaron desde 0,0072 mg/L a 0,021 mg/L y en general presentaron tendencia a la disminución. Las concentraciones estuvieron por encima de PR 1-C (0,01 mg/L) en las semanas 0, 1 y 3, pero se mantuvieron por debajo de PR 351 a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-055: Las concentraciones oscilaron entre 0,0013 mg/L a 0,241 mg/L y mostraron una tendencia general a decrecer hasta la semana 5, seguido de un ligero incremento (0,0013 mg/L a 0,0042 mg/L) en la semana 35. Los resultados de la semana 0 y 1 superaron lo establecido en PR 1-C (0,01 mg/L), mientras que todas las concentraciones estuvieron por debajo de PR 351 a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Se observó una tendencia constante a decrecer hasta la semana 20 seguido por una tendencia a aumentar hasta la semana 35. Las concentraciones fluctuaron entre 0,0044 mg/L y 0,00009 mg/L. Las concentraciones no excedieron lo establecido en PR 351 o PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.

Hierro

- 2014-CG-041: Las concentraciones se mantuvieron por debajo del límite de detección de <0,002 mg/L para todas las 35 semanas de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones estuvieron por debajo de PR 351 y variaron de 0,002 mg/L a 0,049 mg/L; con una tendencia a decrecer a lo largo de las 35 semanas.
- 2014-CG-055: Las concentraciones fluctúan a lo largo del periodo de pruebas y estuvieron por encima de PR 351 en el primer enjuague (27,4 mg/L), pero disminuyeron en la semana 2 a 0,006 mg/L, seguido por un incremento a 0,084 mg/L en la semana 4. Las concentraciones disminuyeron a 0,012 mg/L en la semana 5, luego aumentaron de manera constante hasta 0,12 mg/L en la semana 20, y finalmente disminuyeron hasta 0,069 mg/L en la semana 35.
- 2014-CG-057: La concentración inicial fue baja (0,005 mg/L) y disminuyó en la semana 1 por debajo del límite de detección de <0,002 mg/L. Las concentraciones permanecen al límite de detección o por debajo de éste a lo largo del periodo de pruebas.

Manganeso

- 2014-CG-041: Las concentraciones aumentan de manera constante desde 0,0011 mg/L hasta 0,0034 mg/L a lo largo del periodo de pruebas y se mantienen por debajo de lo establecido en PR 351.

- 2014-CG-053: Las concentraciones estuvieron por debajo de PR 351 y variaron desde 0,0144 mg/L a 0,0031 mg/L a lo largo del periodo de pruebas, mostrando una tendencia constante a la disminución.
- 2014-CG-055: Las concentraciones mostraron una tendencia constante a decrecer desde 18,8 mg/L en la semana 0 hasta 0,89 mg/L en la semana 35. Todas las concentraciones estuvieron por encima de PR 351 a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Las concentraciones variaron entre 1,15 mg/L y 0,053 mg/L y mostraron una tendencia a decrecer a lo largo del periodo de pruebas. Las concentraciones fueron superiores a PR 351 en las semanas 0 y 1 únicamente.

Níquel

- 2014-CG-041: Las concentraciones estuvieron por debajo del límite de detección (<0,0001 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas y por debajo de lo establecido en PR 351 o PR 1-C.
- 2014-CG-053: Las concentraciones mostraron un descenso constante desde 0,0021 mg/L a 0,0006 mg/L a lo largo del periodo de pruebas y permanecieron por debajo de lo establecido en PR 351 y PR 1-C.
- 2014-CG-055: Las concentraciones estuvieron en un rango entre 0,54 mg/L a 0,013 mg/L a lo largo del periodo de pruebas y se mantienen relativamente constantes a partir de la semana 4. Las concentraciones en la semana 0 excedieron tanto PR 351 como PR 1-C; las concentraciones en la semana 1 excedieron únicamente lo establecido en PR 1-C, decreciendo por debajo de PR 1-C en la semana 2 y permaneciendo por debajo de lo establecido en las guías durante el resto del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Las concentraciones varían entre 0,019 mg/L hasta 0,0003 mg/L y están por debajo de PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.

Plomo

- 2014-CG-041: Las concentraciones aumentaron de manera constante desde <0,00001 mg/L hasta 0,00055 mg/L en la semana 25 y luego disminuyeron hasta 0,00008 mg/L en la semana 35. Las concentraciones permanecieron por debajo de PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones aumentan desde 0,00025 mg/L hasta 0,003 mg/L a lo largo del periodo de pruebas permaneciendo por debajo de PR 351 y PR 1-C.
- 2014-CG-055: Las concentraciones disminuyeron desde 0,00021 mg/L hasta <0,00001 mg/L hacia la semana 10, luego aumentaron hasta 0,0018 mg/L en la semana 20 y disminuyeron a <0,00001 en la semana 35. Las concentraciones permanecieron por debajo de PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Las concentraciones fluctuaron entre <0,00001 mg/L y 0,00002 mg/L hasta la semana 15, aumentando hasta 0,00029 mg/L en la semana 25 y luego disminuyendo a <0,00001 mg/L en las semanas 30 y 35. Las concentraciones permanecieron por debajo de PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.

Selenio

- 2014-CG-041: Las concentraciones están por debajo del límite de detección (<0,001 mg/L) a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones disminuyeron desde 0,002 mg/L hasta valores por debajo del límite de detección (<0,001 mg/L) en las semanas 0 a 2 y se mantienen por debajo del límite de detección hasta la semana 35. Las concentraciones permanecieron por debajo de PR 351 y PR 1-C.
- 2014-CG-055: Las concentraciones fluctuaron entre 0,007 mg/L y 0,06 mg/L y mostraron una disminución continua desde la semana 2 hasta la semana 35. Las concentraciones estuvieron por encima de las guías PR 351 y PR 1-C a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-057: Las concentraciones fluctuaron entre 0,012 mg/L y <0,001 mg/L a lo largo del periodo de pruebas. En las semanas 0 a 2 las concentraciones estuvieron por encima de las guías PR 1-C; en la semana 1 estuvieron además por encima de las guías PR 351.

Zinc

- 2014-CG-041: Las concentraciones fluctuaron entre 0,002 mg/L y 0,005 mg/L, y se mantienen por debajo de PR 1-C y PR 351 a lo largo del periodo de pruebas.
- 2014-CG-053: Las concentraciones alcanzan un máximo de 0,015 mg/L en la semana 1, y luego decrecen de manera continua hasta 0,005 mg/L en la semana 20. Las concentraciones permanecieron por debajo de las guías PR 1-C y PR 351.
- 2014-CG-055: Las concentraciones se elevaron por encima de PR 1-C en el primer enjuague (0,28 mg/L). Las concentraciones disminuyeron de manera continúa hasta 0,005 mg/L en la semana 35.
- 2014-CG-057: Las concentraciones disminuyeron de manera constante desde 0,015 mg/L hasta 0,002 mg/L. Las concentraciones permanecen por debajo de las guías PR 1-C y PR 351 a lo largo del periodo de pruebas.

Resumen

Los resultados de las prueba cinéticas correspondientes a las cuatro celdas de humedad pueden ser resumidos en general por presentar valores de pH entre neutros y ácidos, de baja alcalinidad y baja acidez (excepto para 2014-CG-057). Las concentraciones de sulfato son elevadas en dos celdas (2014-CG-055 y 2014-CG-057); sin embargo, en el caso de 2014-CG-057, esto probablemente es el resultado de la disolución de minerales de sulfato y no de la generación de ácido. Las concentraciones de metales son generalmente bajas con la excepción de 2014-CG-055, que presentó elevadas concentraciones de varios metales en el primer enjuague y continuó mostrando concentraciones elevadas de manganeso y selenio a lo largo del periodo de pruebas.

6.1.6 Cálculos de Agotamiento

Para evaluar el potencial de generación de ácido a largo plazo de la muestras, los cálculos de agotamiento del potencial de neutralización (NP) y sulfuros fueron llevados a cabo, de acuerdo con lo establecido en Price (1997) y MEND (2009). Se calcularon las tasas de agotamiento múltiples para NP y CO_3-NP basado en las velocidades de producción de calcio, sulfato y alcalinidad. Las tasas de agotamiento NP y CO_3-NP (basadas en la producción de sulfato) fueron usadas aquí para la predicción del potencial de generación de ácido, ya que estas representan estimados conservadores de las condiciones reales.

La fórmula general para el cálculo de las tasas de carga se presenta como ecuación (1):

$$\text{Tasa de Carga (mg/kg)} = \frac{\text{Concentración (mg/L)} \times \text{Volumen de Lixiviado (L)}}{\text{Masa de Carga de la Celda de Humedad (kg)}} \quad (1)$$

Las tasas de carga de NP y CO_3-NP están basadas en las concentraciones de sulfatos en el lixiviado de la celda de humedad (NP-SO_4), que fueron calculadas utilizando la ecuación (2):

$$\text{NP (mg/kg como } CaCO_3) = SO_4 \text{ (mg/L)} \times \frac{100{,}09 \text{ g/mol } CaCO_3}{96{,}06 \text{ g/mol } SO_4} \times \frac{\text{Volumen de Lixiviado (L)}}{\text{Masa de Carga de la Celda de Humedad (kg)}} \quad (2)$$

Las tasas de agotamiento fueron calculadas entonces utilizando la ecuación (3):

$$\text{Agotamiento (\%)} = \frac{\text{Potencial de Neutralización Inicial (mg/kg) - Carga Acumulativa (mg/kg)}}{\text{Potencial de Neutralización Inicial (mg/kg)}} \times 100 \quad (3)$$

La Tabla 6-7 presenta un resumen de los cálculos de agotamiento de sulfuro y neutralización basado en las 37 semanas de prueba, así como en resultados específicos de la prueba ABA. Las tasas de agotamiento presentadas se calculan utilizando un promedio de las últimas 5 semanas de datos disponibles. De acuerdo con los cálculos de agotamiento (basado en la producción predicha de ácido y las tasas de neutralización para las cuatro muestras), se espera que las muestras de las alteraciones sílice y sílice-arcilla tanto de Quemita como de La Pava con valores de NPR/CO_3-NPR menores de 1 sean PAF, consistente con los resultados de ABA. El inicio de las condiciones acídicas dentro de estas alteraciones, tanto para Quemita como La Pava, se predice a través de las tasas de agotamiento de NP y CO_3-NP y se estima que tardará entre 0.2 a 6 años bajo condiciones de laboratorio.

6.2 Mineral Lixiviado

McClelland Laboratories, Inc. (2013) reportó los resultados de un detallado estudio metalúrgico para evaluar la respuesta de las muestras de mineral de Cerro Quema a diversos procedimientos de lixiviación con cianuro (ej. prueba en botella; lixiviación en bateas; y lixiviación en columnas). Tal como se menciona en el reporte de McClelland (2013), las pruebas ABA se llevaron a cabo sobre 30 muestras (por ejemplo, muestras antes de la prueba de lixiviación con cianuro) que fueron conformadas por 134 muestras de material oxidado de La Pava, sulfuroso de La Pava y oxidado de Quemita; y residuos lixiviados (por ejemplo, mineral de lixiviación en pilas después de pruebas de lixiviación con cianuro) para una muestra compuesta oxidada de La Pava que fue sometida al procedimiento SPLP.

Los resultados ABA para las muestras del residuo de lixiviación en pilas indican un variado potencial de generación de ácido, de acuerdo con lo establecido en la clasificación MEND (2009) y se resumen de la siguiente manera:

- 17 muestras compuestas de La Pava de mineral oxidado lixiviado tenían bajos a moderados contenidos de azufre como sulfuro de <0,01 a 1% (con una mediana de 0,1%); una mediana de pH pasta de 5,4; y un valor de NPR promedio de 2,1 (con una mediana de 1,0) que indica que existe algún potencial para la formación de ácido.
- 5 muestras compuestas de La Pava de mineral lixiviado de sulfuro presentaron contenidos altos de azufre como sulfuro de 0,06 a 13,9% (con una media de 4,2%); una mediana de pH pasta de 3,3; y todas las muestras tenían un valor NPR por debajo de 1, indicando que estas muestras son potenciales formadores de ácido.
- 8 muestras compuestas de Quemita de mineral oxidado lixiviado presentaron bajo contenido de azufre como sulfuro con contenidos de <0,01 a 0,45% (con una mediana de 0,03%); una mediana de pH pasta de 5,5; y 5 de 8 muestras presentaron un valor de NPR por encima de 2, indicando que la mayoría de las muestras oxidadas de Quemita no son potencialmente formadoras de ácido. Dos muestras presentaron un valor de NPR por debajo de 1 indicando que son potenciales formadoras de ácido y una muestra presentó un valor NPR entre 1 y 2 indicando un potencial de formación incierto de ácido.

En general, los resultados de las pruebas ABA sugieren que la fracción oxidada de los residuos de la lixiviación en pilas de La Pava y Quemita tienen algún potencial para la generación de ácido; y todas las muestras de la fracción sulfurosa de los residuos de lixiviación en pilas de La Pava son potenciales formadoras de ácido.

Los resultados de las pruebas SPLP reportaron un pH alcalino (9,34), baja concentración de sulfatos (13 mg/L), y las concentraciones de todos los metales por debajo de los límites de detección, con excepción de antimonio (0,0033 mg/L) y arsénico (0,031 mg/L). No hay regulación asociada al agua potable en Panamá para el antimonio, y la concentración de arsénico es inferior al valor establecido en la norma (0,05 mg/L). Estos resultados indican que los residuos oxidados de la lixiviación en pilas de La Pava tienen un bajo potencial para lixiviación de metales.

7.0 RESUMEN

Un total de 51 muestras de testigos de roca y pulpa de los tajos a cielo abierto propuestos La Pava y Quemita fueron recolectadas y remitidas a análisis, con el fin de realizar su caracterización geoquímica. Los resultados de las pruebas geoquímicas fueron recopilados y comparados contra los datos históricos del proyecto con el fin de evaluar el potencial de generación de ácido y la lixiviación de metales correspondiente a los estériles y ripios de lixiviación. Los potenciales de generación de ácido y lixiviación de metales se discuten a continuación.

Potencial de Generación de Acido

Los resultados de las pruebas estáticas realizadas sobre 168 muestras indicaron que el potencial de neutralización de los estériles es generalmente menor que el potencial de ácido, en particular para la alteración sílice-arcilla en La Pava y las alteraciones sílice y sílice-arcilla en Quemita. Los contenidos elevados de azufre como sulfuro en Quemita en las alteraciones de sílice y sílice-arcilla (un promedio de 2,5% wt como S) sugieren

que las unidades rocosas en esta área no han estado sometidas al mismo grado de meteorización y oxidación que las unidades rocosas en La Pava (promedio 0,28% wt como S). La mayoría de las muestras de La Pava tuvieron un bajo contenido de azufre como sulfuro (<0,3% wt como S) consistente con los resultados de investigaciones previas (Knight Piésold, 1993 y Knight Piésold, 1994).

Basado en el criterio NPR de MEND (2009), solamente 13 muestras (7%) de los estériles tienen un NPR o CO_3-NPR clasificados como no formadores de ácido. Las 155 muestras restantes (93%) tienen NPR y valores CO_3-NPR menores de 2 y se clasifican como de generación incierta o potencial formador de ácido. Los resultados pH NAG difieren ligeramente con 113 muestras (77%) de estériles que tienen un pH NAG inferior a 4,5 y son clasificadas como PAF en base a MEND (2009). Las 34 muestras restantes (23%) tenían un pH NAG superior a 4,5 y se clasifican como NAF. Las características típicas de las muestras con valores de pH NAG alto tienen: 1) alto contenido de carbonatos (por ejemplo, mayor que 2 wt% en peso como CO_3) o 2) bajo contenido de azufre como sulfuro (por ejemplo, menos de 0,3 wt% como S).

Basado en los resultados de las pruebas estáticas, los estériles de La Pava y Quemita tienen potencial de generar condiciones ácidas. La fracción oxidada de los ripios de lixiviación correspondientes a La Pava y Quemita tiene cierto potencial de generación de acidez, mientras que la fracción sulfurosa de los ripios de La Pava es potencial generadora de ácido.

Las pruebas cinéticas se completaron para cuatro muestras de estériles, incluyendo tres muestras de Quemita y una muestra de La Pava, con el fin de evaluar las tasas de reacción de la producción de ácido y neutralización de los minerales en esos materiales bajo condiciones de laboratorio. Los cálculos de agotamiento basados en promedios de las últimas 5 semanas indican que las alteraciones sílice y sílice-arcilla de Quemita y La Pava (alteración sílice únicamente) que tienen un NPR/CO_3-NPRs menor de 1 pueden potencialmente generar condiciones ácidas a largo plazo, consistente con los resultados de las pruebas estáticas.

Potencial de Lixiviación de Metales

Los resultados de las pruebas SPLP efectuadas sobre 48 muestras de estériles indican que la lixiviación de metales bajo condiciones acídicas y aún bajo condiciones neutras y alcalinas pueden potencialmente ocurrir – en particular, con respecto al aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel y, en menor medida, al cromo, plomo, selenio y zinc. Durante esta prueba desarrollada en el 2014, algunas muestras registraron un aumento en los valores de pH entre el pH final y el pH de la solución filtrada, pasando de valores ácidos a valores neutros / alcalinos. Este incremento en los valores de pH corresponde con una disminución en las concentraciones de algunos metales para esas muestras. Como tal, las concentraciones reportadas pueden no reflejar las concentraciones de metales a ser lixiviados en condiciones reales, particularmente si se generan y persisten condiciones ácidas. Los resultados de las pruebas cinéticas apoyan los resultados SPLP con respecto a los parámetros potenciales de interés. La oxidación de sulfuros no fue observada en las pruebas cinéticas, lo cual puede resultar en mayores concentraciones de metales si se presentan condiciones acídicas. De todas formas, la oxidación de sulfuros debería ser mitigada dentro de las áreas de manejo de estériles para reducir el riesgo potencial de lixiviación de metales.

7.1 Recomendaciones

Basados en los resultados y las conclusiones, se presentan las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo con los resultados de la lixiviación de metales de los estériles obtenidos a la fecha, es muy probable que el drenaje proveniente de las pilas de estériles y las paredes de los tajos a cielo abierto necesite tratamiento antes de su vertimiento al medio ambiente. La evaluación de la calidad del agua llevada a cabo como parte de la evaluación ambiental debería utilizar los resultados de la pruebas estáticas y cinéticas, junto con el plan minero y otra información de la línea base (como el balance de agua y datos de calidad de agua) para simular los estimados de la calidad de agua del sitio y desarrollar un plan de manejo de agua. Además de considerar el potencial de lixiviación de metales, la evaluación de la calidad del agua y el plan de manejo deben considerar las implicaciones potenciales de la liberación de sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), y los principales iones (como sulfato, nitrato, nitrito, amoníaco y cloruro) debido al desarrollo de la mina (desagüe de la mina y uso de explosivos). Las predicciones del drenaje del sitio (es decir los modelos de calidad del agua), así como una evaluación de los posibles impactos aguas abajo de la descarga de cualquier agua que entre en contacto con el drenaje proveniente de las pilas de estériles y áreas del mineral lixiviado, deben llevarse a cabo como parte de la evaluación ambiental para comprender mejor las concentraciones de efluentes del sitio y ayudar con los detalles de las especificaciones de tratamiento de agua. Adicionalmente, se recomienda que se realice una evaluación de las opciones de tratamiento de agua (si aún no se ha realizado). El efluente tratado debe cumplir con lo establecido en las guías PR-351.
- El diseño operacional de las pilas de estériles y la instalación de las pilas de lixiviación incluye la captura y el manejo de la escorrentía e infiltración. Esta agua debe ser monitoreada y debe ser tratada, si es necesario, antes de su descarga al medio ambiente.
- Los planes para el manejo de los estériles y de ripios deben ser preparados de tal manera que consideren las opciones para limitar la tasa de oxidación de sulfuros y la lixiviación de metales. La evaluación de las opciones debe incluir el manejo de los materiales, las estrategias de segregación y almacenamiento, la rehabilitación progresiva durante la etapa de operación, y las opciones de mitigación a largo plazo que se pueden aplicar después de cierre de la mina. Las estrategias de manejo de los estériles y ripios requerirán revisión permanente y refinamiento durante la etapa de operación, en la medida que los datos de monitoreo empiecen a estar disponibles.
- Las opciones de cierre para las instalaciones de estériles y de pilas de lixiviación deben considerar coberturas que aíslen el agua y/o limiten el ingreso de oxígeno cuando se requiera. El agua debe seguir manejándose de manera tal que se recolecte, monitoree y trate antes de ser descargada, según sea necesario.
- Durante el cierre, toda el agua que se recolecta de los tajos a cielo abierto debe ser monitoreada para (1) confirmar que se infiltra en el suelo (para evitar que se formen lagos en los tajos), (2) determinar la calidad del agua teniendo en cuenta la configuración final del tajo y la roca expuesta, y (3) determinar los posibles efectos ambientales relacionados con la descarga del agua de escorrentía de los tajos al agua superficial o subterránea.
- La clasificación de los materiales que son PAF o NAF incluye la consideración de las tasas relativas de agotamiento de los minerales de sulfuro y el potencial de neutralización, que se basan en el trabajo de

laboratorio para las pruebas cinéticas. Dado que las tasas de reacción de los minerales pueden diferir bajo las condiciones en campo – en comparación con las condiciones de laboratorio – las pruebas cinéticas desarrolladas en campo (en el sitio del Proyecto Cerro Quema) pueden evaluar las tasas de reacción de los minerales en condiciones ambientales y confirmar la comprensión actual de DAR/LM. Los resultados de las celdas cinéticas de campo serían utilizados para comprender mejor las características del lixiviado, las tasas de agotamiento de minerales, y en última instancia, ayudar con la clasificación de materiales PAF y NAF. Generalmente, el trabajo de pruebas cinéticas en campo se completa típicamente durante el proceso de licenciamiento de la mina o el desarrollo del sitio (antes del inicio de las operaciones).

- Un programa de pruebas geoquímicas debe ser desarrollado e implementado como parte de un plan de manejo de material de sitio durante las operaciones de minería a cielo abierto para confirmar la comprensión de las características de DAR y LM de todos los materiales en el sitio (por ejemplo, los estériles, suelo, ripios, etc.). Adicionalmente, los materiales que van a ser utilizados para la construcción deben ser probados, con el fin de asegurar que los materiales son geoquímicamente adecuados. Por lo tanto, un procedimiento operativo estándar para la confirmación y la segregación de los materiales "limpios" (es decir, aquellos que no se espera que generen condiciones ácidas y lixivien metales en concentraciones elevadas) debe ser desarrollado y ejecutado, basado en los datos de monitoreo operacional. El aislamiento y el almacenamiento de materiales "limpios" para la construcción es un beneficio de la incorporación de estrategias de segregación en el plan general de manejo de materiales.

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation.

n:\active\2014\other offices\1400908 cerro quema - reno office\3_geochemistry\4. report\8. translation final version\1400908_cq04-gal-r-002 reporte final de geoquímica v4.2 - 22sept2015.docx

8.0 REFERENCIAS

AMIRA, 2002. AMIRA International Ltd. ARD Test Handbook – Prediction and Kinetic Control of Acid Mine Drainage. Environmental Geochemistry International Pty. Ltd. and Ian Wark Institute, University of South Australia.

ASTM, 2001. D5744-96 - Standard Test Method for Accelerated Weathering of Solid Materials Using a Modified Humidity Cell. Annual Book of ASTM Standards, Volume 11.04: 259- 271.

Blowes, D.W., Ptacek, C.J., Jambor, J.L., Weisner, C.G., 2004. The geochemistry of acid mine drainage. In: Lollar, B.S., Holland, H.D., Turekian, K.K. (Eds.), Treatise on Geochemistry, Environmental Geochemistry, vol. 9, pp. 149-204.

INAP (International Network for Acid Prevention). 2012. Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide. www.gardguide.com

Jambor, J.L., Dutrizac, J.E., Raudsepp, M. and Groat, L.A., 2003. Effect of Peroxide on Neutralization-Potential Values of Siderite and Other Carbonate Minerals. J. Environ. Qual. 32:2373–2378 (2003).

Knight Piésold, 1993. Waste Rock and Pit Geochemical Characterization Report, Cerro Quema Project. Prepared for Cyprus Mineral Company by Knight Piésold and Co. June, 1993.

Knight Piésold, 1994. Cerro Quema Project, Feasibility Study Geotechnical/Geochemical Field Investigation Report. Prepared for Amax Gold Inc. by Knight Piésold and Co. October, 1994.

Knight Piésold, 1996. Environmental Viability Report, Cerro Quema Project. Prepared by Knight Piésold LLC. Dated November 4, 1996.

McClelland Laboratories, 2013. Report on Heap Leach Cyanidation Testwork – Cerro Quema Composites, MLI Job No. 3740

MEND, 2009. Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials. MEND Report 1.20.1. Mining Environment Neutral Drainage Program, Natural Resources Canada. December 2009.

Miller, S., A. Robertson, and T. Donahue, 1997. Advances in Acid Drainage Prediction Using the Net Acid Generating (NAG) Test. Proceedings of the 4th Int. Conference on Acid Rock Drainage, Vancouver, B.C. May 31-June 6, 1997. pp.533 to 549.

Nordstrom, D.K., 1982. Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary iron minerals. In: Kittrick, J.A., Fanning, D.S., and L.R., Hossner, (eds.): Acid Sulfate Weathering. Soil Science Society of America. pp. 37 to 56.

Price, W.A., 1997. Draft Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Minesites in British Columbia, Ministry of Energy and Mines. p. 159.

Sobek, A.A., W.A. Schuller, J.R. Freeman and R.M. Smith, 1978. Field and Laboratory Methods Applicable to Overburdens and Minesoils. Report EPA-600/2-78-054, US National Technical Information Report PB-280 495.

TABLAS

Tabla 5-1
Lista de Muestras
Proyecto Cerro Quema

Alteración	Muestras Recolectadas		Toneladas de Estériles
	Número	Porcentaje	Porcentaje
Quemita			
Sílice	30	73	81.4
Sílice -Arcilla	7	17	11.1
Arcilla	1	2	3
Roca Fresca	3	7	4.5
Suma	*41*	*100*	*100*
La Pava			
Sílice	3	30.0	79.9
Sílice -Arcilla	3	30.0	11.8
Arcilla	3	30.0	6.7
Roca Fresca	1	10.0	1.6
Suma	*10*	*100*	*100*

Tabla 6-1
Resultados de los Análisis Elementales
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m) De	Profundidad (m) Hasta	Litología	Ag ppm	Al ppm	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm	Hg ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm
Abundancia de la corteza (Price)					0.075	82300	1.8	425	3.0	0.009	41500	1.0	25	102	60	56300	0.09	20850	20	23900
Quemita																				
2014-CG-001	PDH11003	34	46		1.6	57000	30	210	0.14	0.48	280	0.23	21	89	710	48000	0.93	2800	14	370
2014-CG-002	PDH11002	62	68		0.25	5600	270	80	0.020	4.6	160	0.020	0.71	18	51	6800	0.050	210	2.0	65
2014-CG-003	PDH12128	22	28		0.27	70000	12	190	0.36	0.41	120	0.19	22	88	1100	47000	0.17	7700	31	1600
2014-CG-004	PDH11001	18	20		0.20	72000	5.1	230	0.45	0.050	1200	0.15	8.2	68	800	75000	0.080	6300	31	4700
2014-CG-005	PDH11004	47	48		0.75	11000	650	64	0.050	6.8	640	0.020	0.37	33	110	37000	0.50	70	6.0	36
2014-CG-006	PDH11004	63	68		1.0	1000	1700	3%	0.040	9.8	930	0.020	0.35	44	170	63000	1.0	40	2.0	25
2014-CG-007	PDH12147	70	80		0.57	38000	74	270	0.080	4.6	1200	0.040	1.7	71	110	71000	0.18	180	15	53
2014-CG-008	PDH12147	27	37		0.31	59000	6.3	450	0.17	0.21	980	0.020	0.51	71	22	57000	1.0	2100	31	150
2014-CG-009	PDH12147	42	52		0.13	59000	86	60	0.070	4.8	82	0.020	0.19	55	38	29000	0.050	130	23	46
2014-CG-010	PDH11002	33	43		1.4	79000	15	270	0.26	0.63	570	8.9	40	70	210	51000	1.0	3000	36	2700
2014-CG-011	PDH11001	35	55		7.7	7200	1700	66	0.030	5.6	64	0.070	0.49	18	330	55000	3.6	61	2.0	14
2014-CG-012	PDH11001	74	84		3.7	7200	770	4600	0.080	1.6	61	0.020	0.23	81	730	97000	0.89	59	3.0	21
2014-CG-013	PDH11001	52	62		0.58	81000	15	500	0.20	0.67	250	1.1	9.6	72	120	52000	0.70	4600	25	5900
2014-CG-014	PDH11006	68	78		0.18	59000	10	260	0.47	0.090	12000	0.76	30	110	93	76000	0.50	5200	32	3500
2014-CG-015	PDH11006	68	78		0.11	83000	85	390	0.54	0.18	3500	1.9	35	39	230	77000	0.080	7600	25	2900
2014-CG-016	PDH12161	11	17	Alteración Silice	0.050	75000	13	280	0.46	2.0	40000	1.5	13	68	18	47000	0.050	12000	18	11000
2014-CG-017	PDH11139	20	29		0.24	85000	18	290	0.46	0.20	330	0.44	31	70	250	59000	0.050	12000	27	11000
2014-CG-018	PDH12159	11	16		0.10	50000	23	87	0.21	1.2	180	0.040	0.44	66	110	44000	0.050	2200	11	590
2014-CG-019	PDH12133	5	17		0.25	39000	11	180	0.31	0.090	150	0.11	13	51	200	53000	0.050	15000	11	6400
2014-CG-020	PDH12136	13	18		0.080	69000	10	110	0.64	0.090	37000	1.7	33	61	450	57000	0.13	3200	21	18000
2014-CG-021	PDH12128	19	29		0.15	70000	22	280	0.28	0.090	1200	0.48	32	94	330	65000	0.24	7000	26	1100
2014 CG 022	PDH12128	39	46		0.21	25000	1100	1400	0.070	9.6	450	0.020	0.77	44	280	54000	0.050	330	12	200
2014-CG-023	PDH12128	43	52		0.34	93000	12	87	0.15	0.11	100	0.090	9.5	67	450	24000	0.15	16000	13	9700
2014-CG-024	PDH12156	8	16		0.83	71000	17	450	0.37	3.0	5400	2.1	50	95	2000	120000	0.28	14000	5.0	3700
2014-CG-025	PDH12156	35	42		0.14	79000	9.1	190	0.79	0.090	10000	4.8	33	64	120	46000	0.10	7600	21	6200
2014-CG-026	PDH13139	50	54		0.10	75000	9.9	270	0.63	0.090	2700	0.16	27	29	96	58000	0.050	11500	22	40000
2014-CG-028	PDH12133	14	24		0.10	73000	2.8	210	0.48	0.090	20000	0.090	22	17	68	58000	0.050	16000	23	35000
2014-CG-029	PDH12131	34	32		2.3	28000	1300	1300	0.060	7.3	2500	0.13	0.17	170	330	160000	2.0	390	2.0	190
2014-CG-053	PDH11502	73	83.2		0.30	64000	41	860	0.18	1.1	5600	0.40	48	120	600	140000	0.23	3500	21	1700
2014-CG-054	PDH11503	93.8	110		0.28	76000	17	830	0.37	0.15	36000	0.030	170	160	390	67000	0.18	22000	10	16000
2014-CG-055	PDH11505	117.978	130		0.15	67000	75	340	0.20	0.14	1300	0.020	6.1	98	130	57000	0.25	6500	13	1300
2014-CG-031	PDH12143	14	23		0.040	84000	6.8	440	0.59	0.090	4300	1.9	18	38	240	60000	0.050	11000	31	4500
2014-CG-032	PDH12242	1	10		1.1	71000	19	230	0.27	1.1	7500	0.19	21	62	1100	40000	0.71	8000	24	4100
2014-CG-033	PDH11001	31	40		0.15	80000	4.3	280	0.56	0.090	320	1.0	28	56	70	56000	0.060	8100	23	1300
2014-CG-034	PDH12139	34	49	Alteración Silice - Arcilla	0.16	92000	4.6	150	0.67	0.070	120	1.1	19	76	390	44000	0.050	26000	13	14000
2014-CG-035	PDH12243	12	22		0.10	91000	34	1300	0.19	0.31	3300	0.34	40	140	270	110000	0.22	1100	21	630
2014-CG-056	PDH13501	120	133.74		0.090	69000	12	1200	0.32	0.090	38000	0.44	25	150	100	56000	0.18	8900	17	31000
2014-CG-057	PDH11106	100	110		0.070	78000	4.8	300	0.59	0.090	2600	0.16	22	96	60	51000	0.050	13000	26	5400
2014-CG-036	PDH12141	3	14	Alteración - Arcilla	0.12	72000	1.8	240	0.69	0.090	1200	0.49	33	86	80	52000	0.050	16000	18	18000
2014-CG-038	PDH12242	18	31	Roca Fresca	0.10	80000	6.7	150	0.38	0.090	240	0.18	46	62	670	64000	0.050	14000	17	12000
2014-CG-039	PDH12143	1	6		0.10	72000	4.1	130	0.37	1.8	400	0.53	20	52	33	55000	0.090	8800	21	1600
2014-CG-040	PDH12280	2	17																	
La Pava																				
2014-CG-041	PDH12054	37	50		0.30	17000	30	6400	0.050	3.3	110	0.070	0.39	30	130	65000	0.85	150	11	43
2014-CG-042	PDH12023	37	55	Alteración Silice	0.090	66000	7.8	110	0.34	0.090	330	0.020	0.010	85	19	48000	3.0	260	20	320
2014-CG-043	PDH12160	8	18		0.080	17000	5.8	34	0.080	0.52	150	0.070	0.11	25	87	61000	0.060	190	11	120
2014-CG-044	PDH12023	23	30		0.20	71000	16	140	0.20	0.090	100	0.010	5.2	96	47	46000	2.6	160	23	63
2014 CG 045	PDH12035	2	19	Alteración Silice - Arcilla	0.55	38000	6.3	56	0.19	0.090	210	0.080	3.4	48	100	50000	0.11	4700	13	530
2014-CG-046	PDH12017	58	68		1.7	69000	13	420	0.27	2.6	490	0.20	12	99	140	38000	0.42	1250	30	280
2014-CG-047	PDH10008	3	10	Alteración - Arcilla	0.17	87000	8.5	220	0.44	0.12	170	0.10	15	58	54	62000	0.050	12000	19	1500
2014-CG-048	PDH11014	6	16		0.12	53000	22	20	0.15	0.41	130	0.020	1.3	71	64	69000	2.1	650	20	99
2014-CG-049	PDH11018	2	53		0.15	73000	4.6	22	0.33	0.090	190	0.020	0.22	63	38	39000	0.16	1300	21	180
2014-CG-050	PDH12017	39	47	Roca Fresca	0.15	70000	4.7	950	0.23	0.090	12000	0.28	15	67	79	39000	0.29	4800	28	1300

Anotaciones:

- Abundancia de la corteza Price (Price, 1977).

	- Análisis no realizado
0.7	- A los valores por debajo del límite de detección se les ha asignado el valor correspondiente al límite de detección como tal
0.7	- Indica valores cinco veces mayores que los valores de abundancia en la corteza para las concentraciones totales de metales
3.1	- Indica valores diez veces mayores que los valores de abundancia en la corteza para las concentraciones totales de metales

Tabla 6-1
Resultado de los Análisis Elementales
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m) De	Hasta	Litología	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Y	Zn
					ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	Abundancia de la corteza (Price)				950	1.2	23550	84	1050	14	0.2	0.05	2.3	370	5650	0.85	2.7	120	33	70
Quemita					Quemita															
2014-CG-001	PRH11001	34	46		32	10	590	23	130	170	2.2	2.1	0.70	130	1100	2.1	4.2	240	0.90	130
2014-CG-002	PRH11002	62	68		13	3.4	120	12	210	520	12	2.0	1.7	460	900	0.65	0.64	24	0.30	140
2014-CG-003	PRH12178	22	28		54	1.6	870	34	100	17	0.80	2.2	0.60	27	800	0.90	0.28	150	1.5	110
2014-CG-004	PRH11003	12	20		160	0.70	530	15	240	10	0.80	0.70	0.50	56	600	1.1	0.43	170	2.8	140
2014-CG-005	PRH11004	37	46		12	13	70	4.5	280	160	23	2.4	8.8	510	540	0.070	0.37	52	0.69	16
2014-CG-006	PRH11004	62	68		14	28	31	3.8	160	320	34	7.2	3.0	160	160	0.020	0.081	60	0.75	9.4
2014-CG-007	PRH12147	70	80		9.0	13	89	2.6	520	98	4.9	10	4.8	830	1300	0.060	1.2	170	1.6	9.7
2014-CG-008	PRH12147	27	37		5.5	3.8	88	1.6	640	14	0.80	2.9	2.5	510	1150	0.73	0.93	190	2.9	8.9
2014-CG-009	PRH12147	42	52		5.7	3.7	70	0.50	320	85	10	2.8	4.6	530	800	0.020	0.51	89	0.80	6.5
2014-CG-010	PRH11007	33	43		540	5.7	1100	23	270	300	3.9	2.6	0.50	85	830	1.7	6.1	170	1.6	740
2014-CG-011	PRH11001	25	35		0.7	13	61	0.50	120	83	19	10	2.3	160	1100	0.050	0.58	15	0.34	11
2014-CG-013	PRH11001	74	84		8.0	8.5	120	0.80	200	53	8.3	21	1.7	380	830	0.020	0.35	82	0.80	8.0
2014-CG-014	PRH11008	52	62		69	4.3	890	8.2	480	39	2.1	3.6	1.8	71	950	0.96	3.7	180	3.2	230
2014-CG-015	PRH11008	66	76		360	4.7	870	21	190	32	2.8	6.2	0.60	51	990	2.9	2.9	270	3.8	410
2014-CG-016	PRH12261	11	17	Alteración Silice	390	5.3	950	19	620	36	0.80	2.9	1.3	39	1000	1.0	0.53	230	4.6	180
2014-CG-017	PRH12139	20	29		660	1.3	720	13	380	20	1.9	0.80	2.0	46	860	0.59	0.58	150	4.3	260
2014-CG-018	PRH12259	11	30		1300	0.70	740	36	280	8.3	0.80	0.70	0.60	12	990	0.51	0.45	160	4.3	210
2014-CG-019	PRH12183	5	17		12	7.3	180	1.1	140	72	7.4	3.6	0.70	54	1600	0.29	0.85	140	4.1	7.7
2014-CG-020	PRH12136	13	19		540	0.70	440	9.2	570	4.6	0.80	0.90	0.50	5.9	820	1.5	0.83	140	5.2	34
2014-CG-021	PRH12128	19	29		650	1.7	480	25	420	4.7	0.80	1.3	0.50	43	810	0.35	1.5	170	6.9	160
2014-CG-022	PRH12128	30	40		74	4.1	930	22	280	12	0.80	3.1	0.70	290	950	1.1	1.6	150	6.2	79
2014-CG-023	PRH12128	42	52		17	5.6	120	1.2	1100	170	13	7.8	15	1800	170	0.060	0.36	69	0.66	7.3
2014-CG-024	PRH12156	8	16		5.8	0.80	2100	18	97	23	0.80	0.70	0.60	35	830	1.9	0.84	160	0.64	140
2014-CG-025	PRH12156	35	42		74	7.5	4000	33	360	170	0.90	6.6	3.0	75	780	3.4	1.5	180	1.7	390
2014-CG-026	PRH12189	50	54		410	3.8	1290	25	240	64	0.80	1.9	0.60	110	880	1.1	1.8	190	13	550
2014-CG-028	PRH12181	14	24		330	1.7	8000	15	750	0.6	0.80	0.90	0.60	28	2700	8.30	0.36	200	15	180
2014-CG-029	PRH12131	24	33		450	0.60	4900	8.8	990	7.9	0.80	0.70	0.50	29	2100	0.32	0.37	200	8.0	76
2014-CG-053	PDH11503	75	80.3		10	20	380	4.5	980	160	18	5.5	11	1900	2400	0.64	2.8	190	1.5	9.2
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		58	24	630	32	350	47	2.5	5.0	1.8	570	910	0.99	0.45	150	2.1	93
2014-CG-055	PDH11506	117.978	130		530	3.9	1000	35	430	27	2.1	4.8	23	100	1000	0.84	0.53	190	4.8	63
2014-CG-031	PRH12143	14	22		27	2.1	820	6.1	300	26	0.80	2.7	0.60	240	1050	0.86	0.37	160	2.2	19
2014-CG-032	PRH12261	3	10		810	0.90	1400	14	300	12	0.80	0.70	0.50	81	1100	0.73	0.24	220	7.6	270
2014-CG-033	PRH11001	33	40		120	9.0	690	18	130	140	2.9	2.5	0.50	77	910	1.4	3.3	140	3.8	78
2014-CG-034	PRH12139	34	49	Alteración Silice - Arcilla	1000	1.9	600	16	310	6.7	0.80	1.6	0.50	29	850	0.43	0.56	160	3.4	140
2014-CG-035	PRH11043	12	22		200	1.3	410	23	72	47	0.80	0.90	0.70	10	880	1.0	0.84	180	10	260
2014-CG-056	PDH11501	120	133.74		20	7.7	1100	29	480	15	5.7	8.1	2.1	410	980	0.53	0.35	180	1.9	91
2014-CG-057	PDH11606	100	110		330	3.9	2000	20	570	7.7	0.80	2.0	1.3	71	870	0.75	0.92	170	3.6	61
2014-CG-036	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	560	0.60	1000	16	390	22	0.80	0.70	0.50	97	1100	1.1	1.2	130	9.9	80
2014-CG-038	PRH12247	18	35		610	0.50	850	21	98	5.8	0.80	0.70	0.50	15	820	0.96	0.67	160	5.9	230
2014-CG-039	PRH12143	1	6	Roca Fresca	760	0.60	370	16	380	69	0.80	0.70	0.50	16	980	2.0	1.3	120	7.3	65
2014-CG-040	PRH12240	7	27		430	1.9	410	15	230	10	1.1	0.70	0.50	20	830	0.80	0.58	150	4.1	130
La Pava					La Pava															
2014-CG-041	PDH12054	17	30		19	8.1	71	2.6	180	20	5.8	4.0	2.3	540	220	0.020	0.13	82	0.58	7.5
2014-CG-047	PDH12023	17	55	Alteración Silice	4.5	3.1	55	1.4	360	33	1.8	1.4	1.7	420	1700	0.10	0.91	240	3.6	8.4
2014-CG-048	PRH12180	8	18		17	3.0	55	1.4	190	17	0.80	1.8	0.50	400	260	0.020	0.19	110	0.78	5.9
2014-CG-044	PDH12023	23	36		20	4.3	85	3.8	150	33	2.1	0.70	0.80	380	1500	0.12	1.1	230	2.4	5.8
2014-CG-045	PDH12035	2	19	Alteración Silice - Arcilla	85	0.80	150	16	400	83	1.9	0.70	0.70	320	840	1.1	1.6	150	3.7	120
2014-CG-046	PRH12037	58	68		72	3.4	200	13	300	53	1.6	0.70	0.60	460	1200	1.3	3.4	190	2.4	88
2014-CG-017	PRH10006	1	10		550	0.50	410	8.6	330	6.2	0.80	0.70	0.60	23	2600	1.2	0.61	230	8.7	61
2014-CG-018	PRH11014	6	16	Alteración - Arcilla	25	11	98	2.4	230	29	5.6	0.70	0.80	340	1700	0.22	2.8	210	3.8	12
2014-CG-049	PRH11018	2	51		11	1.8	130	1.0	270	19	0.80	0.70	0.50	190	1400	0.11	0.61	210	2.9	5.4
2014-CG-050	PDH12027	33	47	Roca Fresca	520	0.50	270	13	180	8.3	0.80	0.70	0.50	82	950	0.66	1.3	150	4.1	55

Anotaciones:
- Abundancia de la corteza Price (Price, 1997).

-	- Análisis no realizado
0.7	- A los valores por debajo del límite de detección se les ha asignado el valor correspondiente al límite de detección como tal
0.7	- Indica valores cinco veces mayores que los valores de abundancia en la corteza para las concentraciones totales de metales
0.7	- Indica valores diez veces mayores que los valores de abundancia en la corteza para las concentraciones totales de metales

4224
13330

Tabla 6-2
Resultados del Conteo Acido Base
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH pasta	Azufre Total	Azufre como Sulfuro	Azufre como Sulfato	Carbono Total	Carbonatos	CO_3-NP[1]	NP[3]	AP[4]	NPR[5]	CO_3-NPR[6]	pH NAG[1]
		De	Hasta		s.u.	%	%	%	%	%	t $CaCO_3$/1000 t			Razón	Razón	s.u.
Quemite																
2014-CG-001	PRH11002	34	46		2.8	4.1	3.6	0.45	0.031	0.0050	0.083	-8.7	113	-0.077	0.00074	2.2
2014-CG-002	PRH11002	62	68		4.7	0.10	0.090	0.010	0.031	0.0050	0.083	1.0	2.8	0.36	0.030	3.8
2014-CG-003	PRH12178	22	26		3.9	6.3	5.2	1.1	0.023	0.0050	0.083	-2.9	162	-0.018	0.00052	2.3
2014-CG-004	PRH11003	12	20		5.7	0.028	0.010	0.030	0.032	0.010	0.17	-3.2	0.31	-10	0.53	5.4
2014-CG-005	PRH11004	37	46		5.5	0.099	0.060	0.040	0.026	0.0050	0.083	0.30	1.9	0.053	0.044	4.5
2014-CG-006	PRH11004	62	68		5.4	0.067	0.050	0.020	0.027	0.0050	0.083	0.0	1.6	0.0	0.053	4.8
2014-CG-007	PRH12147	20	30		3.6	0.43	0.42	0.010	0.030	0.0050	0.083	-1.8	18	-0.14	0.0064	3.0
2014-CG-008	PRH12147	37	37		3.6	0.23	0.21	0.010	0.017	0.0050	0.083	-2.0	7.2	-0.28	0.012	3.2
2014-CG-009	PRH12147	42	52		4.9	0.077	0.030	0.050	0.028	0.0050	0.083	-0.90	0.94	-0.96	0.089	4.6
2014-CG-010	PRH13002	38	43		3.1	4.7	4.1	0.63	0.038	0.010	0.17	-9.7	127	-0.076	0.0013	2.1
2014-CG 011	PRH13001	50	60		-	-	-	-	-	-	0.083	-	0.31	-	0.27	-
2014-CG-012	PRH11001	25	35		5.7	0.053	0.040	0.010	0.037	0.0050	0.083	-1.2	1.3	-0.96	0.067	4.6
2014-CG-013	PRH11001	74	84		5.2	0.31	0.25	0.060	0.085	0.0050	0.083	-1.6	7.8	-0.20	0.011	4.4
2014-CG-014	PRH11006	52	62		3.1	2.3	2.1	0.18	0.036	0.0050	0.083	-8.2	66	-0.12	0.0013	2.2
2014-CG-015	PRH11006	66	76		5.3	9.3	9.0	0.27	0.33	0.89	15	25	262	0.089	0.053	1.8
2014-CG-016	PRH12161	11	17		3.1	7.4	7.5	0.010	0.42	0.0050	0.083	-3.3	233	-0.014	0.00036	2.0
2014-CG-017	PRH12139	20	29	Alteración Silice	8.3	0.040	0.030	0.010	1.8	8.1	135	127	0.94	135	145	9.4
2014-CG-018	PRH12258	11	30		4.9	0.027	0.010	0.030	0.027	0.015	0.25	-5.4	0.31	-17	0.80	5.5
2014-CG-019	PRH12133	5	17		5.1	0.063	0.020	0.040	0.055	0.010	0.17	-3.1	0.63	-5.0	0.27	4.2
2014-CG-020	PRH12130	12	19		5.1	0.024	0.010	0.020	0.037	0.0050	0.083	-5.0	0.31	-16	0.27	5.4
2014-CG-021	PRH12128	19	29		7.5	4.8	5.0	0.010	2.4	7.7	128	144	157	0.92	0.83	8.6
2014-CG-022	PRH12128	30	40		2.3	8.8	8.8	0.030	0.020	0.0050	0.083	-11	273	-0.039	0.00030	1.9
2014-CG-023	PRH12128	43	52		6.0	0.27	0.24	0.030	0.018	0.0050	0.083	-1.6	7.5	0.21	0.011	3.8
2014-CG-024	PRH12156	8	16		3.7	0.28	0.23	0.060	0.053	0.015	0.25	-6.4	6.9	-0.93	0.036	3.2
2014-CG-025	PRH12156	35	42		2.8	15	15	0.010	0.069	0.10	1.7	-4.4	481	-0.0091	0.0035	2.1
2014-CG-026	PRH12139	50	58		4.5	5.7	5.7	0.020	0.54	1.4	24	27	177	0.15	0.13	2.1
2014-CG-027	PRH11013	6	16		-	-	-	-	-	-	0.083	-	0.31	-	0.27	-
2014-CG-028	PRH12131	14	24		7.0	0.75	0.71	0.040	0.066	0.0050	0.083	5.6	22	0.25	0.0038	3.3
2014-CG-029	PRH12131	24	34		8.2	0.54	0.51	0.030	0.60	2.3	39	49	16	3.1	2.4	11
2014-CG-030	PRH11008	79	83		-	-	-	-	-	-	0.083	-	-	-	0.27	-
2014-CG-053	PDH11502	75	80.2		5.6	0.31	0.31	0.010	0.073	0.040	0.67	1.2	9.7	0.12	0.069	5.6
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		2.7	19	9.7	8.9	0.14	0.28	4.7	-10	302	-0.033	0.015	1.9
2014-CG-055	PDH11506	117.928	130		4.8	7.7	4.7	3.0	0.80	1.2	53	-69	148	0.33	0.35	2.4
2014-CG-031	PRH12143	16	22		3.6	1.7	1.5	0.24	0.027	0.010	0.17	-2.4	47	-0.052	0.0036	2.8
2014-CG-032	PRH12261	3	10		6.3	0.50	0.46	0.040	0.65	0.030	0.50	6.0	14	0.42	0.035	3.9
2014-CG-033	PRH11003	31	40		3.6	2.0	1.7	0.33	0.024	0.015	0.25	-9.6	52	-0.19	0.0049	2.5
2014-CG-034	PRH12139	34	43	Alteración Silice - Arcilla	5.4	0.015	0.010	0.010	0.016	0.0050	0.083	-2.1	0.31	-9.9	0.27	6.2
2014-CG-035	PRH12243	12	22		4.2	0.48	0.45	0.030	0.13	0.0050	0.083	-2.8	14	-0.20	0.0059	3.0
2014-CG-056	PDH11501	120	131.7		2.5	16	7.2	8.4	0.026	0.010	0.17	-8.7	226	-0.039	0.00074	1.8
2014-CG-057	PDH11506	100	110		6.0	5.7	4.4	1.4	1.3	8.9	81	67	136	0.64	0.60	3.0
2014-CG-036	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	5.3	0.010	0.010	0.010	0.022	0.0050	0.083	-4.3	0.31	-14	0.27	5.8
2014-CG-038	PRH12242	18	33		6.7	0.031	0.020	0.010	0.21	0.020	0.33	3.3	0.63	5.3	0.53	7.2
2014-CG-039	PRH12143	1	6	Roca Fresca	5.3	0.019	0.010	0.020	0.081	0.010	0.17	-2.5	0.31	-8.3	0.53	5.8
2014-CG-040	PRH12240	3	27		5.2	0.022	0.010	0.020	0.023	0.0050	0.083	-2.2	0.31	-7.0	0.27	5.8
La Pava																
2014-CG-041	PDH12054	17	30		5.8	0.44	0.37	0.060	0.024	0.0050	0.083	0.10	12	0.0086	0.0072	5.5
2014-CG-042	PDH12023	37	55	Alteración Silice	6.3	0.058	0.040	0.020	0.052	0.075	1.3	2.4	1.3	1.9	1.0	7.5
2014-CG-043	PRH12160	8	18		5.8	0.077	0.060	0.020	0.032	0.0050	0.083	-0.30	1.9	-0.16	0.044	5.8
2014-CG-044	PDH12023	23	30		3.8	1.3	1.2	0.13	0.015	0.0050	0.083	-0.80	38	-0.021	0.0022	2.4
2014-CG-045	PDH12035	3	19	Alteración Silice - Arcilla	4.2	0.036	0.020	0.020	0.12	0.030	0.50	-0.50	0.63	-0.80	0.80	5.1
2014-CG-046	PRH12017	58	68		4.3	0.77	0.91	0.010	0.041	0.090	1.5	0.20	28	-0.0070	0.053	7.6
2014-CG-047	PRH10006	1	10		5.2	0.0050	0.010	0.010	0.018	0.0050	0.083	-2.7	0.31	-8.6	0.27	5.7
2014-CG 048	PRH11014	6	16	Alteración - Arcilla	5.3	0.060	0.050	0.010	0.025	0.0050	0.083	0.0	1.6	0.0	0.053	4.9
2014-CG-049	PRH11018	2	51		5.4	0.025	0.010	0.020	0.043	0.0050	0.083	-0.20	0.31	-0.64	0.27	5.2
2014-CG-050	PDH12037	36	47	Roca Fresca	8.2	0.024	0.010	0.010	0.45	1.7	29	30	0.31	96	92	9.7

Anotaciones:

-	Análisis no realizado
0.7	A los valores por debajo del límite de detección se les ha asignado el valor correspondiente al límite de detección como tal

(1) Generación Neta de Acido (NAG)
(2) Potencial de neutralización por carbonatos (CaNP) = (Carbonato (CO3) /60 01) * 100 09 * 10
(3) Potencial de Neutralización de Acido (NP) es determinado directamente a partir del Método Sobek (Sobek, 1978).
(4) Potencial de Generación de Acidez (AP) = Azufre como sulfuro (%) x 31.25
(5) Razón de Potencial de Neutralización (NPR) = NP / AP
(6) NPR Carbonato (CaNPR) = CaNP / AP

4330
1331

Resultado Histórico del Conteo Acido Base
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad [m] De	Profundidad [m] Hasta	Litología	pH Pasta	Azufre Total	Azufre como Sulfuro	NP[2]	AP[3]	NP Neto[4]	NPR[5]	pH NAG[1]
					s.u.	%	%	t $CaCO_3$/1000 t			razón	s.u.
Quemita												
38709	PRH94103	733.5	814.5		4.5	0.1	--	-0.2	3.1	-3.3	-0.064	3.6
43412	PRH94179	811	829		6.9	0.05	--	-0.8	1.6	-2.4	-0.51	4.1
4745	PRH94101	846.25	905.75		6.2	0.07	--	-0.3	2.2	-2.5	-0.14	3.3
42112	PRH94164	836.75	843.25		4.8	0.09	--	1.0	2.8	-1.8	0.36	3.5
43054	PRH94168	734.75	811.25		4.7	0.11	--	0	3.4	-3.4	0	3.7
42709	PRH94176	759.5	838.5		5.1	0.08	--	-1.8	2.5	-4.3	-0.72	4.1
43004	PRH94163	845	847		4.8	0.04	--	0.5	1.3	-0.75	0.4	3.6
43001	PRH94168	842.75	847.25		4.4	0.25	0.11	0.3	7.8	-7.5	0.038	3.5
42358	PRH94170	841.75	852.25	Alteración Silice	6.2	0.07	--	-0.1	2.2	-2.3	-0.046	4.1
4743	PRH94101	850.75	867.25		6.2	0.07	--	-1.0	2.2	-3.2	-0.46	3.8
42810	PRH94174	834.5	841.5		6.2	0.04	--	-0.8	1.3	-2.1	-0.64	4.1
4828	PRH94101	773	809		6.6	0.16	--	1.1	5.0	-3.9	0.22	5.3
42854	PRH94172	794.75	819.25		6.1	0.56	0.29	-2.5	18	-20	-0.14	2.3
42754	PRH94164	794.5	803.5		5.1	0.08	--	1.1	2.5	-1.4	0.44	3.6
43051	PRH94168	847.75	858.25		4.3	0.07	--	0.4	2.2	-1.8	0.18	3.7
42561	PRH94180	748	796		5.1	0.28	0.13	-1.6	8.8	-10	-0.18	3.4
4815	PRH94305	804.5	843.5		4.8	9.2	3.0	-1.9	98	-100	-0.019	2.3
43217	PRH94181	802	835		4.9	0.06	--	-2.5	1.9	-4.4	-1.3	4.2
4839	PRH94101	831.5	850.5		4.2	0.23	0.1	-4.4	7.2	-12	-0.61	2.8
1795	PRH94212	792.5	813.5		4.3	7.4	7.1	-2.5	231	-234	-0.011	1.9
42022	PRH94162	805	835		5.6	0.08	--	-1.0	2.5	-3.5	-0.4	3.8
1799	PRH94211	785.5	812.5		4.5	5.4	5.3	-2.0	168	-170	-0.012	2.0
1959	PRH94214	809	823		5.2	0.01	--	-0.1	0.31	-0.41	-0.32	4.4
848	PRH94113	794.75	817.25		4.8	0.02	--	3.5	0.63	2.9	5.6	4.4
42404	PRH94170	780.5	839.5	Alteración Silice - Arcilla	4.7	9.7	9.6	-2.8	178	-181	-0.016	1.9
42403	PRH94170	761.25	845.75		5.2	7.5	7.4	-2.5	233	-236	-0.011	1.9
1456	PRH94209	813.5	822.5		4.4	5.3	5.2	-4.6	166	-171	-0.028	2.1
1946	PRH94213	754.75	833.25		3.7	9.8	9.8	-4.8	307	-312	-0.016	1.9
1992	PRH94215	796	808		4.8	7.9	7.8	-3.1	246	-249	-0.013	2.5
42274	PRH94169	771.5	806.5		7.4	0.2	--	0.9	6.3	-5.4	0.14	4.0
1793	PRH94211	796	814		4.8	6.3	6.2	-0.8	197	-198	-0.0041	1.9
4795	PRH94300	857.25	874.75		5.1	0.05	--	0.4	1.6	-1.2	0.26	4.2
4951	PRH94206	829.25	860.75		3.9	7.1	7.1	-2.6	222	-225	-0.012	2.3
42202	PRH94168	870.5	899.5		4.6	0.13	--	-4.1	4.1	-8.2	-1.0	3.6
42265	PRH94169	791.25	812.75	Alteración Arcilla	8.0	0.52	0.49	177	16	161	11	6.7
2411	PRH94297	820	832		4.8	9.6	9.5	-2.5	299	-302	-0.0084	2.1
4791	PRH94300	838.5	865.3		5.6	8.4	8.3	0.5	261	-260	0.0019	2.6
42169	PRH94166	798.75	823.75		4.7	0.05	--	-3.2	1.6	-4.8	-2.0	4.2
42265	PRH94169	800.5	815.5	Roca Fiesca	8.0	0.52	0.49	177	16	161	11	6.7
43011	PRH94184	781.75	812.25		5.4	0.01	--	-0.8	0.31	-1.1	-2.6	4.7
4952	PRH94206	838.25	857.75		3.9	7.1	7.1	-2.6	222	-225	-0.012	2.3
La Pava												
3350	PRH94137	842.25	861.75		5.3	0.05	--	-0.7	1.6	-2.3	-0.45	3.5
3450	PRH94139	517.75	542.25		4.9	0.18	--	0.3	5.6	-5.3	0.053	3.7
3538	PRH94141	521.75	544.25		5.1	0.2	--	0.3	6.3	-6.0	0.048	3.7
2881	PRH94128	511.5	538.5		5.5	0.03	--	-0.9	0.94	-1.8	-0.96	3.2
3618	PRH94141	352.5	487.5		4.4	0.39	--	-1.5	12	-14	-0.12	3.2
2136	PRH94121	477	513		7.3	0.16	--	2.5	5.0	-2.5	0.5	4.5
3221	PRH94135	440.5	467.5		5.1	0.07	--	-0.5	2.2	-2.7	-0.23	3.7
38764	PRH94153	521	529		5.1	0.03	--	0.3	0.94	-0.64	0.32	3.8
38511	PRH94157	500.5	515.5		5.2	0.11	--	-0.2	3.4	-3.6	-0.056	3.7
4260	PRH94167	496.25	521.75		7.6	0.29	0.27	4.1	9.1	-13	-0.45	3.2
4577	PRH94197	499	523		5.7	0.19	--	-1.0	4.1	-5.1	-0.25	3.0
38770	PRH94160	489.5	516.5		4.8	0.19	0.1	0.8	5.9	-5.1	0.13	3.6
2587	PRH94124	444.75	491.25		3.8	4.8	4.7	-2.4	150	-152	-0.016	2.2
3216	PRH94127	496.75	513.25		7.5	0.14	--	0.3	4.4	-4.1	0.069	4.2
2462	PRH94123	426.20111	513.20112		4.5	0.05	--	0	1.6	-1.6	0	3.6
38075	PRH94152	467.75	502.25		4.9	0.13	--	-0.2	4.1	-4.3	-0.049	3.6
38412	PRH94155	473.25	498.75	Alteración Silice	4.8	0.42	0.39	1.7	13	-11	0.13	3.6
2763	PRH94150	482.75	515.25		4.7	0.04	--	0	1.3	-1.3	0	3.7
3001	PRH94125	356	450		2.7	18	18	-5.1	553	-559	-0.0092	2.1
42424	PRH94155	484.5	495.5		4.2	1.4	1.3	0	42	-42	0	2.7
38472	PRH94158	388.75	489.25		4.6	8.4	8.2	-5.2	263	-269	-0.02	2.4
4225	PRH94189	436	484		4.6	8.1	8.0	-1.5	253	-255	-0.0059	2.2
4471	PRH94195	446	494		4.1	5.2	5.1	-2.5	161	-163	-0.016	2.0
41306	PRH92071	70	80		--	0.11	0.01	0.2	3.8	-3.7	0.027	--
41319	PRH92081	40	50		--	0.13	0.01	0.1	4.7	-4.6	0.021	--
E1311	PRH92081	24	34		--	0.09	0.01	0.1	2.8	-2.7	0.036	--
E1323	PRH92081	48	52		--	0.55	0.48	0.1	17	-17	0.0034	--
E1314	PRH92077	143	148		--	16	4.4	0.1	484	-484	0.00021	--
E1316	PRH92080	103	110		--	15	4.4	0.1	456	-456	0.00022	--
41304	PRH92085	135	140		--	14	2.1	0.1	428	-428	0.00023	--
41307	PRH92071	33	37		--	11	2.3	0.1	341	-341	0.00029	--
E1320	PRH92081	75	80		--	7.6	2.7	0.0	238	-229	0.038	--
E1317	PRH92101	54	64		--	5.5	0.59	0.1	173	-172	0.00058	--
2010	PRH94120	432	474		5.0	0.73	0.1	-1.9	7.2	-9.1	-0.26	4.3
37775	PRH94148	477.25	510.75		4.4	0.37	0.33	0.3	12	-12	0.026	3.7
38503	PRH94157	516.75	571.25		4.7	0.12	--	0.8	3.8	-3.0	0.21	3.6
38410	PRH94158	526.5	531.5		4.5	0.11	--	1.0	3.4	-2.4	0.29	3.7
3452	PRH94139	513.25	538.75		5.4	0.04	--	-0.2	1.3	-1.5	-0.16	4.0
3608	PRH94143	521.75	532.25		5.2	0.55	0.48	-0.7	17	-18	-0.041	2.9
3402	PRH94138	493.5	537.5		5.7	0.02	--	-0.7	0.63	-1.3	-1.1	4.1
38266	PRH94153	500.5	521.5		5.2	0.08	--	-1.0	2.5	-3.5	-0.4	3.8
2831	PRH94127	473.5	530.5		5.0	2.0	1.8	-0.8	63	-64	-0.013	2.3
4789	PRH94134	430.5	447.5	Alteración Silice - Arcilla	5.1	0.18	--	0.8	5.6	-4.8	0.14	3.4
4480	PRH94197	443.5	506.5		5.2	0.06	--	-1.0	1.9	-2.9	-0.53	3.5
2907	PRH94126	353.5	482.5		3.6	9.4	9.3	-4.1	295	-301	-0.021	2.3
4128	PRH94132	408	434		3.8	0.84	0.68	-0.7	27	-28	-0.026	2.6
4811	PRH94194	477	501		4.7	0.1	--	-1.5	3.1	-4.6	-0.48	3.4
41304	PRH92009	51	61		--	0.07	0.01	0.1	2.2	-2.1	0.046	--
E1310	PRH92093	10	20		--	0.08	0.01	0.1	2.5	-2.4	0.04	--
E1332	PRH92091	4	14		--	0.01	0.01	0.1	0.31	-0.21	0.32	--
E1313	PRH92075	61	67		--	1.9	0.93	0.1	60	-60	0.0017	--
E1331	PRH92091	58	66		--	3.3	1.9	0.1	104	>104	0.00096	--
2801	PRH94108	534	546		4.9	0.19	--	-0.3	5.9	-6.3	-0.051	2.9
4206	PRH94169	494.5	503.5		5.0	0.07	--	-5.8	2.2	-8.0	-2.7	3.8
2044	PRH94120	403.25	464.75		8.5	0.01	--	146	0.31	146	467	6.9
2876	PRH94126	543	549		5.6	0.05	--	2.2	1.6	0.64	1.4	4.1
38752	PRH94160	501.5	524.5		4.3	0.31	0.27	-0.2	9.7	-9.9	-0.021	3.7
2833	PRH94128	462.75	474.25		5.0	0.06	--	0	2.5	-2.5	0	3.9
3139	PRH94132	459.25	472.75		3.6	2.4	2.2	-1.9	75	-77	-0.025	2.4
3171	PRH94136	434.75	451.25		6.8	0.16	--	10	5.0	5.1	2.0	5.3
4624	PRH94141	341.75	484.25		3.7	12	12	-3.9	385	-389	-0.01	2.2
4196	PRH94190	424	436	Alteración Arcilla	4.1	9.3	9.3	-2.1	291	-293	-0.0072	2.1
E1311	PRH92075	42	51		--	1.4	1.1	0.1	41	-41	0.0033	--
E1307	PRH92068	53	60		--	0.01	0.01	0.1	0.31	-0.21	0.32	--
E1308	PRH92072	5	15		--	0.04	0.03	0.1	1.3	-1.2	0.08	--
E1310	PRH92074	32	41		--	0.01	0.01	0.1	0.31	-0.21	0.32	--
E1312	PRH92075	51	54		--	3.1	0.85	0.1	97	-97	0.001	--
E1317	PRH92079	82	93		--	5.8	2.6	0.1	181	-181	0.00055	--
E1318	PRH92104	30	40		--	4.1	1.4	0.1	128	-128	0.00078	--
E1306	PRH92105	16	24		--	4.2	1.1	0.1	131	-131	0.00076	--
4187	PRH94134	425	449		5.5	0.06	--	0.6	1.9	-1.3	0.32	2.9
3052	PRH94130	406.75	467.25	Roca Fresca	8.5	0.01	--	193	0.31	193	617	7.6
38323	PRH94154	481.25	512.75		5.2	0.12	--	0.5	3.8	-4.3	-0.13	4.1

Anotaciones:
-- Analisis no completado
0.7 - A los valores por debajo del límite de detección se les ha asignado el valor correspondiente al límite de detección como tal
E1311 - Indica una muestra que está por fuera del modelo y que ha sido categorizada basada en los Apéndices A y B

(1) Generación Neta de Acido (NAG)
(2) Potencial de Neutralización de Acido (NP) es determinado directamente a partir del Método Sobek (Sobek, 1978) 8
(3) Potencial de Generación de Acidez (AP) = Azufre total (%) x 31 25
(4) Potencial Neto de Neutralización (NNP) = NP - AP
(5) Razón de Potencial de Neutralización (NPR) = NP / AP

Tabla 6-4
Resultado Histórico de las Pruebas SPLP
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH	Conductividad	Alcalinidad	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Ca	Cd	Co	Cr [4]	Cu	Fe	Hg
		De	Hasta		unidades	µS/cm	mg/L como $CaCO_3$	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Resolución 351/2000 - Panamá (Descarga de aguas residuales) [1]					*5.5-9*	--	--	--	*5*	*0.5*	--	*0.75*	--	*1000*	*0.01*	--	*0.05*	*1*	*5*	*0.001*
Anteproyecto de Ley - Clase 1-C (Agua fresca) - Panamá [2,3]					*6.5-8.5*	--	--	--	*0.1*	*0.005*	--	*0.5*	--	--	*0.001*	--	--	*0.01*	--	*0.0002*
La Pava																				
E1306	PRH92072	70	80	Alteración Sílice	5.2	14	5.0	0.01	0.05	0.05	0.53	0.05	0.005	0.2	0.005	0.03	0.01	0.01	0.61	0.0003
E1319	PRH92081	40	50		4.9	9.0	5.0	0.01	0.05	0.05	0.11	0.05	0.005	0.2	0.005	0.03	0.01	0.03	0.28	0.0003
E1322	PRH92083	24	34		4.9	7.0	5.0	0.01	0.05	0.05	0.06	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	0.07	0.0003
E1323	PRH92083	46	51		3.9	500	5.0	0.01	5.6	0.05	0.02	0.05	0.005	0.2	0.005	0.29	0.01	133	3.5	0.0003
E1314	PRH92077	143	148		3.6	610	5.0	0.01	0.05	0.05	0.02	0.05	0.005	0.4	0.005	0.14	0.01	23	123	0.0003
E1318	PRH92080	103	110		3.3	620	5.0	0.01	0.14	0.05	0.03	0.05	0.005	0.7	0.005	0.15	0.02	18	93	0.0003
E1324	PRH92085	135	140		4.5	960	5.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.4	0.005	0.4	0.01	399	14	0.0003
E1307	PRH92071	93	97		3.7	650	5.0	0.01	10	0.06	0.02	0.05	0.005	0.3	0.005	0.09	0.01	61	100	0.0003
E1320	PRH92081	79	88		3.6	880	5.0	0.01	0.25	0.06	0.02	0.05	0.005	0.5	0.005	0.34	0.02	146	140	0.0003
E1317	PRH92101	54	64		4.3	120	5.0	0.01	1.9	0.05	0.06	0.05	0.005	0.4	0.005	0.03	0.01	15	2.5	0.0003
E1304	PRH92069	51	61	Alteración Sílice - Arcilla	4.9	14	5.0	0.01	0.05	0.05	0.49	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	1.1	0.0003
E1330	PRH92089	10	20		5.1	11	6.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.04	0.03	0.0003
E1332	PRH92091	4	14		5.3	4.0	6.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	0.03	0.0003
E1313	PRH92075	63	67		4.0	320	5.0	0.01	7.5	0.05	0.02	0.05	0.005	0.3	0.005	0.06	0.01	50	15	0.0003
E1331	PRH92091	58	66		3.7	320	5.0	0.01	12	0.05	0.03	0.05	0.005	0.2	0.005	0.07	0.01	7.6	22	0.0003
E1311	PRH92075	42	51	Alteración - Arcilla	4.0	130	5.0	0.01	3.9	0.05	0.01	0.05	0.005	0.4	0.005	0.04	0.01	5.1	1.9	0.0003
E1303	PRH92068	53	60		4.8	10	5.0	0.01	0.05	0.05	0.12	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	0.11	0.0003
E1308	PRH92072	5	15		4.9	4.0	5.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	0.03	0.0003
E1310	PRH92074	32	42		5.7	3.0	5.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	0.01	0.03	0.0003
E1312	PRH92075	51	54		3.6	520	5.0	0.01	17	0.05	0.01	0.05	0.005	0.3	0.005	0.27	0.03	51	41	0.0003
E1317	PRH92079	82	92		4.2	220	5.0	0.01	7.5	0.05	0.04	0.05	0.005	0.8	0.005	0.03	0.01	19	13	0.0003
E1339	PRH92104	30	40		4.2	200	5.0	0.01	0.05	0.05	0.04	0.05	0.005	9.2	0.005	0.12	0.01	17	1.5	0.0003
E1340	PRH92105	16	26		4.1	400	5.0	0.01	1.7	0.05	0.02	0.05	0.005	0.2	0.005	0.05	0.01	117	1.9	0.0004

Anotaciones:

0.1	- Indica un valor medido por debajo de los límites de detección del laboratorio
0.1	- Indica un valor que es mayor al indicado en la Resolución 351/2000
0.1	- Indica un valor que es mayor que los establecidos para la Clase C1, de acuerdo con lo establecido en el anteproyecto de norma
E1331	- Indica una muestra que está por fuera del modelo y que ha sido categorizada basada en el Apéndice B

(1) Resolución No. 351 del 26 de Julio del 2000 - Aprueba el Reglamento Técnico DGNIT-COPANIT 35-2000: Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos de Agua Superficiales y Subterráneos

(2) Anteproyecto de Ley por el cual se dictan las Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales. Estándares de Calidad de Agua

(3) Clasificación de los cuerpos de agua en el anteproyecto de ley:

Clase 1-C: Aguas para consumo humano con simple tratamiento, conservación y preservación de la vida acuática, riego de cultivos; bajo riesgo para la recreación y para la acuicultura

(4) El valor usado para Cromo en la Resolución 351/2000 es el valor guía para cromo (VI)

Tabla 6-
Resultado Histórico de la.. ..ebas SPLP
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH	Conductividad	Alcalinidad	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	V	Zn
		De	Hasta		unidades	µS/cm	mg/L como $CaCO_3$	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Resolución 351/2000 - Panamá (Descarga de aguas residuales)[1]					5.5-9	--	--	--	--	0.3	2.5		0.2	0.05	--	0.01	--	--	--	3
Anteproyecto de Ley - Clase 1-C (Agua fresca) - Panamá [2,3]					6.5-8.5	--	--	--	--	--	--		0.025	0.005	--	0.005	--	--	--	0.18
La Pava																				
E1306	PRH92072	70	80	Alteración Silice	**5.2**	14	5.0	5.0	0.1	0.13	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.01
E1319	PRH92081	40	50		**4.9**	9.0	5.0	5.0	0.1	0.02	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.06	0.05	0.05	0.01
E1322	PRH92083	24	34		**4.9**	7.0	5.0	5.0	0.1	0.01	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.01
E1323	PRH92083	46	51		**3.9**	500	5.0	5.0	0.1	0.09	0.05	1.0	**0.11**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.15
E1314	PRH92077	143	148		**3.6**	610	5.0	5.0	0.1	**0.57**	0.05	1.0	**0.07**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.06
E1316	PRH92080	103	110		**3.3**	620	5.0	5.0	0.1	0.67	0.05	1.0	**0.1**	**0.06**	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.06
E1324	PRH92085	135	140		**4.5**	960	5.0	5.0	0.1	0.93	0.05	1.0	**0.22**	**0.06**	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	**0.5**
E1307	PRH92071	93	97		**3.7**	650	5.0	5.0	0.1	0.4	0.05	1.0	**0.06**	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.11
E1320	PRH92081	79	88		**3.6**	880	5.0	5.0	0.1	0.55	0.05	1.0	**0.1**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.17
E1337	PRH92101	54	64		**4.3**	120	5.0	5.0	0.1	0.22	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.07	0.05	0.05	0.03
E1304	PRH92069	51	61	Alteración Silice - Arcilla	**4.9**	14	5.0	5.0	0.1	0.06	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.03	0.05	0.05	0.01
E1330	PRH92089	10	20		**5.1**	11	6.0	5.0	0.1	0.01	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.01
E1332	PRH92091	4	14		**5.3**	4.0	6.0	5.0	0.1	0.01	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.01
E1313	PRH92075	63	67		**4.0**	320	5.0	5.0	0.1	0.26	0.05	1.0	**0.06**	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.09
E1331	PRH92091	58	66		**3.7**	320	5.0	5.0	0.1	0.21	0.05	1.0	**0.04**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.03
E1311	PRH92075	42	51	Alteración - Arcilla	**4.0**	130	5.0	5.0	0.1	0.14	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.03	0.05	0.05	0.03
E1303	PRH92068	53	60		**4.8**	10	5.0	5.0	0.1	0.03	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.01
E1308	PRH92072	5	15		**4.9**	4.0	5.0	5.0	0.1	0.01	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.01
E1310	PRH92074	32	42		**5.7**	3.0	5.0	5.0	0.1	0.01	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.01
E1312	PRH92075	51	54		**3.6**	520	5.0	5.0	0.1	**0.45**	0.05	1.0	**0.11**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.08
E1317	PRH92079	82	92		**4.2**	220	5.0	5.0	0.1	0.27	0.05	1.0	0.04	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.04
E1339	PRH92104	30	40		**4.2**	200	5.0	5.0	5.4	3.5	0.05	1.0	**0.04**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	**0.31**
E1340	PRH92105	16	26		**4.1**	400	5.0	5.0	0.1	0.24	0.05	1.0	**0.05**	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.13

Anotaciones:

0.1	- Indica un valor medido por debajo de los límites de detección del laboratorio
0.1	- Indica un valor que es mayor al indicado en la Resolución 351/2000
0.1	- Indica un valor que es mayor que los establecidos para la Clase C1, de acuerdo con lo establecido
E1331	- Indica una muestra que está por fuera del modelo y que ha sido categorizada basada en el Apéndi

(1) Resolución No. 351 del 26 de Julio del 2000 - Aprueba el Reglamento Técnico DGNIT-COPANIT 35-2000: Desc
(2) Anteproyecto de Ley por el cual se dictan las Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales. Estándare
(3) Clasificación de los cuerpos de agua en el anteproyecto de ley:
Clase 1-C: Aguas para consumo humano con simple tratamiento, conservación y preservación de la vida acuátic
(4) El valor usado para Cromo en la Resolución 351/2000 es el valor guía para cromo (VI)

1334
1332

Tabla 6-5
Resultado de las Pruebas SPLP
Proyecto Cerro Quema

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m) De	Profundidad (m) Hasta	Litología	pH final unidades	pH unidades	Conductividad µS/cm	Acidez mg/L as CaCO3	Alcalinidad mg/L as CaCO3	Dureza mg/L	SO_4 mg/L	Cl mg/L	Ag mg/L	Al mg/L	As mg/L	Ba mg/L	B mg/L	Be mg/L	Bi mg/L	Ca mg/L	Cd mg/L	Co mg/L	Cr^{III} mg/L	Cu mg/L
Resolución 351/2000 - Panamá (Descarga de aguas residuales)[1]					5.5-9	5.5-9	–	–	–	–	1000	400	–	5	0.5	–	0.75	–	–	1000	0.01	–	0.05	1
Anteproyecto de Ley - Clase 1-C (Agua fresca) - Panamá[2,3]					6.5-8.5	6.5-8.5	–	–	–	–	250	250	–	0.1	0.005	–	0.5	–	–	–	0.001	–	–	0.01
Quemita																								
2014-CG-003	PRH12178	22	28	Alteración Sílice	3.7	4.1	581	224	2.0	15	320	2.0	0.00025	10	0.0018	0.11	0.34	0.00026	0.0000070	3.8	0.0017	0.20	0.0064	1.81
2014-CG-004	PRH11003	12	20		5.0	5.2	46	2.0	14	0.96	2.4	2.0	0.0000050	0.13	0.00070	0.0024	0.19	0.0000070	0.0000070	0.27	0.0000010	0.00011	0.00070	0.0014
2014-CG-012	PRH11001	25	35		5.0	8.5	43	2.0	12	2.6	5.9	2.0	0.0000019	0.0082	0.012	0.21	0.076	0.0000070	0.0000070	0.77	0.0000023	0.00042	0.00058	0.0015
2014-CG-013	PRH11001	74	84		5.3	8.8	36	2.0	9.0	2.3	5.0	2.0	0.0000050	0.0064	0.00070	0.27	0.081	0.0000070	0.0000070	0.71	0.0000010	0.0011	0.00038	0.0011
2014-CG-017	PRH12139	30	39		3.6	9.0	192	2.0	84	63	12	2.0	0.0000050	0.16	0.00040	0.029	0.18	0.0000070	0.0000070	14	0.0000050	0.00028	0.0075	0.0017
2014-CG 019	PRH12133	5	17		5.2	9.1	39	2.0	12	1.1	3.5	2.0	0.0000020	0.0061	0.00040	0.0026	0.081	0.0000070	0.0000070	0.27	0.0000010	0.00010	0.00045	0.00060
2014-CG-025	PRH12156	61	82		3.9	8.0	2410	423	2.0	1227	1500	2.0	0.0000020	12	0.0020	0.11	0.47	0.016	0.0000070	291	0.041	0.49	0.014	21
2014-CG 053	PDH11502	35	80.2		4.6	8.3	107	2.0	12	20	24	2.0	0.0000020	0.025	0.00040	0.073	0.10	0.0000070	0.0000070	5.8	0.000095	0.0030	0.00046	0.0053
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		4.1	8.6	2450	458	2.0	1264	1400	2.0	0.0000020	25	0.00060	0.057	0.15	0.0043	0.0000070	352	0.027	0.34	0.0060	2.0
2014-CG-055	PDH11506	118	130		6.5	7.9	3740	2.0	195	2875	1400	4.6	0.0000012	0.047	0.0012	0.082	0.14	0.0000070	0.0000013	542	0.00044	1.2	0.00064	0.0015
2014-CG 031	PRH12143	14	22	Alteración Sílice - Arcilla	3.3	4.3	517	178	2.0	52	280	2.0	0.0000010	37	0.00060	0.13	0.68	0.00070	0.0000070	7.1	0.0010	0.14	0.010	8.5
2014-CG-032	PRH12261	3	10		6.3	8.4	196	2.0	37	51	48	2.0	0.0000050	0.59	0.00030	0.060	0.22	0.0000070	0.0000070	12	0.000030	0.0020	0.00063	0.0099
2014-CG-033	PRH11003	31	40		3.1	3.4	1520	850	2.0	115	1000	2.0	0.0000053	84	0.0018	0.12	0.41	0.0014	0.0000018	60	0.0083	1.4	0.11	107
2014-CG-035	PRH12243	12	22		4.5	8.3	159	2.0	22	30	48	2.0	0.0000020	0.077	0.0015	0.048	0.22	0.00026	0.0000070	1.4	0.0014	0.019	0.0030	0.75
2014-CG-056	PDH11501	120	134		3.7	3.0	2250	278	2.0	423	3100	2.0	0.0000020	15	0.022	0.083	0.24	0.0076	0.0000070	147	0.016	0.22	0.11	2.3
2014-CG 057	PDH11506	100	110		7.6	8.4	1622	2.0	111	984	830	2.0	0.0000020	0.087	0.00060	0.044	0.070	0.0000070	0.0000070	261	0.000032	0.0011	0.00083	0.0014
2014-CG-036	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	5.1	8.3	52	2.0	20	1.0	4.8	2.0	0.0000020	0.039	0.0013	0.0027	0.12	0.0000012	0.0000070	0.27	0.000037	0.0011	0.0018	0.0082
2014-CG-039	PRH12143	1	6	Roca Fresca	5.1	9.0	63	2.0	25	2.8	2.0	2.5	0.0000020	0.14	0.00050	0.0083	0.14	0.0000070	0.0000070	0.50	0.0000016	0.0028	0.00096	0.043
2014-CG-040	PRH12240	2	27		5.1	9.0	43	2.0	12	1.4	4.6	2.0	0.0000060	0.084	0.00020	0.0038	0.11	0.0000010	0.0000070	0.35	0.0000038	0.00077	0.0017	0.0033
La Pava																								
2014-CG-041	PDH12004	17	30	Alteración Sílice	3.4	8.6	48	2.0	8.0	2.6	11	2.0	0.0000070	0.013	0.00020	0.091	0.061	0.0000070	0.0000070	0.74	0.0000070	0.0010	0.00011	0.018
2014-CG-042	PDH12003	37	55		5.5	6.8	70	2.0	11	11	13	2.0	0.0000020	0.0071	0.00020	0.062	0.064	0.0000070	0.0000070	2.7	0.0000038	0.00020	0.00062	0.00054
2014-CG-044	PDH12023	23	36	Alteración Sílice-Arcilla	3.9	4.5	217	76	2.0	9.1	100	2.0	0.0000080	1.4	0.00020	0.061	0.16	0.00048	0.0000070	2.2	0.00013	0.052	0.0051	2.3
2014-CG-046	PDH12003	58	68		3.8	3.8	839	88	2.0	321	440	2.6	0.00016	4.9	0.00070	0.076	0.15	0.00058	0.0000070	88	0.078	1.1	0.0079	8.8
2014-CG 048	PDH11014	6	16	Alteración Arcilla	5.2	8.7	48	2.0	23	1.4	2.6	2.0	0.0000030	0.024	0.00030	0.0039	0.056	0.0000070	0.0000070	0.34	0.00012	0.00047	0.00078	0.0018
2014-CG-050	PDH12007	39	47	Roca Fresca	8.5	8.6	166	2.0	71	60	5.9	3.3	0.0000020	0.29	0.00030	0.33	0.075	0.0000070	0.0000070	19	0.000041	0.00085	0.0047	0.0026

Anotaciones:

0.1	– Indica un valor medido por debajo de los límites de detección del laboratorio
0.1	– Indica un valor que es mayor al indicado en la Resolución 351/2000
0.1	– Indica un valor que es mayor que los establecidos para la Clase C1, de acuerdo con lo establecido en el anteproyecto de norma

(1) Resolución No. 351 del 26 de Julio del 2000 - Aprueba el Reglamento Técnico DGNIT-COPANIT 35-2000: Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos de Agua Superficiales y Subterráneos
(2) Anteproyecto de Ley por el cual se dictan las Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales Estándares de Calidad de Agua
(3) Clasificación de los cuerpos de agua en el anteproyecto de ley:
Clase 1-C: Aguas para consumo humano con simple tratamiento, conservación y preservación de la vida acuática, riego de cultivos; bajo riesgo para la recreación y para la acuicultura
(4) El valor usado para Cromo en la Resolución 351/2000 es el valor guía para cromo (VI)

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m) De	Profundidad (m) Hasta	Litología	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Tl	Ti	U	V	W	Y	Zn
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Resolución 351/2000 - Panamá (Descarga de aguas residuales)[4]					5	0.001	—	—	—	0.3	2.5	0.2	0.05	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Anteproyecto de Ley - Clase 1-C (Agua Fresca) - Panamá [2] [3]					—	0.0002	—	—	—	—	—	0.025	0.025	—	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	0.18
Quemita																								
2014-CG-001	PRH1178	22	25	Alteración Silice	4.5	0.000020	7.4	0.0026	1.5	0.21	0.00013	0.16	0.0028	0.00020	0.0020	0.00029	0.016	0.0015	0.000185	0.00038	0.0029	0.0000509	0.014	0.51
2014-CG-004	PRH11003	12	20		0.186	0.000010	0.66	0.0013	0.068	0.00050	0.00017	0.00010	0.000080	0.00020	0.0019	0.000050	0.00050	0.00045	0.000036	0.000011	0.00010	0.000030	0.000072	0.0020
2014-CG-012	PRH11001	25	35		0.34	0.00010	0.32	0.025	0.15	0.058	0.000030	0.0026	0.00047	0.00030	0.0040	0.000070	0.009	0.00060	0.000049	0.0000227	0.000050	0.0000520	0.0000050	0.014
2014-CG-018	PRH11001	24	34		0.34	0.000010	0.18	0.0028	0.13	0.10	0.00038	0.0036	0.000010	0.00020	0.0060	0.000010	0.041	0.00020	0.0000790	0.0000060	0.000070	0.0000020	0.0000036	0.0020
2014-CG-017	PRH12139	20	29		0.070	0.000080	7.8	0.0054	6.4	0.0040	0.0013	0.00050	0.00065	0.00040	0.0020	0.00013	0.016	0.00082	0.0000060	0.0000017	0.0021	0.00083	0.0000030	0.0050
2014-CG-019	PRH12137	5	17		0.0058	0.000010	1.3	0.0030	0.094	0.0013	0.000050	0.00050	0.000010	0.00020	0.0010	0.000010	0.0011	0.000080	0.000014	0.0000030	0.000080	0.0000070	0.0000050	0.0010
2014-CG-025	PRH12156	35	42		159	0.000010	4.2	0.021	119	4.7	0.000010	0.34	0.017	0.00030	0.0070	0.000010	0.22	0.00020	0.000273	0.0077	0.0019	0.000020	0.0032	5.2
2014-CG-031	PDH11502	75	80.3		0.063	0.000010	0.14	0.0089	1.2	0.018	0.000010	0.0019	0.00013	0.00020	0.0030	0.000040	0.12	0.00022	0.00013	0.0000880	0.000038	0.0000020	0.000019	0.0080
2014-CG 054	PDH11503	99.4	110		156	0.000010	1.8	0.049	91	4.6	0.000010	0.21	0.0017	0.00020	0.0020	0.000010	0.33	0.000090	0.000110	0.0015	0.000010	0.000020	0.033	3.2
2014-CG-055	PDH11504	118	130		0.051	0.000010	4.8	0.010	382	11	0.00024	0.21	0.000307	0.00050	0.018	0.000050	0.41	0.00060	0.000024	0.00014	0.00024	0.0019	0.000079	0.0080
2014-CG-011	PRH12137	14	22	Alteración Silice - Arcilla	1.5	0.000040	6.2	0.0069	8.1	2.1	0.000020	0.018	0.013	0.00020	0.0020	0.000070	0.10	0.00062	0.00022	0.0019	0.00060	0.000039	0.067	0.59
2014-CG-013	PRH12141	3	19		0.52	0.000010	5.9	0.018	5.0	0.17	0.000040	0.0073	0.00012	0.00020	0.0010	0.000010	0.013	0.0044	0.000017	0.0000370	0.0029	0.000030	0.00015	0.0030
2014-CG-023	PRH11001	31	40		43	0.00018	2.0	0.048	24	26	0.00015	0.48	0.014	0.00040	0.0030	0.000090	0.029	0.00055	0.00024	0.014	0.00087	0.00017	0.25	1.2
2014-CG-035	PRH12243	12	22		0.060	0.000010	7.5	0.019	6.4	0.30	0.000020	0.011	0.00031	0.00020	0.0010	0.000020	0.0044	0.00045	0.000078	0.000079	0.00085	0.000020	0.00018	0.15
2014-CG-056	PDH11502	120	134		134	0.000010	1.9	0.027	18	0.83	0.0023	0.18	0.0040	0.00020	0.0040	0.00022	0.27	0.00030	0.00015	0.0026	0.26	0.000020	0.014	3.1
2014-CG-057	PDH11504	100	110		0.085	0.000010	8.3	0.0028	75	0.20	0.0018	0.0012	0.00010	0.00080	0.0050	0.000190	0.18	0.00286	0.000032	0.00030	0.00052	0.000020	0.000022	0.0050
2014-CG-016	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	0.030	0.000020	2.0	0.0024	0.086	0.014	0.000010	0.00060	0.00012	0.00020	0.0010	0.000010	0.00080	0.00045	0.000021	0.0000113	0.00019	0.000020	0.00013	0.0060
2014-CG-030	PRH12143	3	6	Roca Fresca	0.887	0.000010	3.5	0.0045	0.38	0.075	0.000010	0.00070	0.00025	0.00020	0.0010	0.000060	0.0010	0.00079	0.00024	0.000013	0.00025	0.000020	0.000051	0.011
2014-CG-049	PRH12240	2	27		0.052	0.000010	2.0	0.0096	0.14	0.023	0.000010	0.00040	0.000040	0.00040	0.0010	0.000020	0.00060	0.00041	0.000010	0.0000954	0.00014	0.0000270	0.000011	0.0060
La Pava																								
2014-CG-041	PDH12024	17	30	Alteración Silice	0.187	0.000010	1.8	0.0087	0.18	0.017	0.000010	0.00070	0.000030	0.00020	0.0020	0.000020	0.18	0.00036	0.0000018	0.0000079	0.000010	0.0000179	0.000035	0.0050
2014-CG-042	PDH12023	27	35		0.0040	0.000010	0.55	0.0031	1.0	0.0067	0.000010	0.0012	0.000020	0.00020	0.0010	0.00013	0.018	0.00020	0.0000073	0.0000022	0.000050	0.0000020	0.0000020	0.0070
2014-CG-044	PDH12023	21	35	Alteración Silice-Arcilla	2.4	0.000010	0.59	0.071	0.84	0.15	0.000020	0.023	0.0040	0.00010	0.0010	0.00019	0.050	0.00014	0.00018	0.0015	0.0000720	0.0000050	0.00065	0.055
2014-CG-045	PRH12017	38	48		16	0.000010	9.6	0.015	24	20	0.000010	0.45	0.0055	0.00020	0.0080	0.000030	0.16	0.00012	0.030	0.0018	0.000010	0.000020	0.0071	1.1
2014-CG-048	PRH11014	8	16	Alteracion Arcilla	0.12	0.000030	0.46	0.0063	0.12	0.017	0.000020	0.0019	0.00013	0.00020	0.0010	0.000020	0.020	0.00042	0.00017	0.000013	0.00013	0.000020	0.000043	0.0060
2014-CG-050	PDH12017	39	47	Roca Fresca	0.37	0.00011	5.0	0.0029	3.1	0.011	0.00021	0.0014	0.00010	0.00030	0.0019	0.000060	0.017	0.0038	0.000097	0.0000361	0.0016	0.0013	0.0000486	0.015

Anotaciones:

0.1	= Indica un valor medido por debajo de los límites de detección del laboratorio
0.1	= Indica un valor que es mayor al indicado en la Resolución 351/2000
0.1	= Indica un valor que es mayor que los establecidos para la Clase C1, de acuerdo

(1) Resolución No. 351 del 26 de Julio del 2000 - Aprueba el Reglamento Técnico DGNIT COPANIT 35-2000: Descarga d
(2) Anteproyecto de Ley por el cual se dictan las Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales Estándares de C
(3) Clasificación de los cuerpos de agua en el anteproyecto de ley:
Clase 1-C: Aguas para consumo humano con simple tratamiento, conservación y preservación de la vida acuática, riego
(4) El valor usado para Cromo en la Resolución 351/2000 es el valor guía para cromo (VI)

4332
1333

TABLA 6.7
Resumen de las Tasas de Carga y los Cálculos de Agotamiento
Proyecto Cerro Quema

Lab ID	Alteración	Resultados de Pruebas Estáticas Seleccionados			Sulfuro			Cálculos de Agotamiento de NP			Cálculos de Agotamiento CO_3NP		
		NPR	CO_3NPR	AP	Inicial	Tasa de agotamiento	Tiempo para llegar al agotamiento	Inicial	Tasa de agotamiento	NP (SO_4)	Inicial	Tasa de agotamiento	CO_3-NP (SO_4)
				(t $CaCO_3$/1000t)	(%)	(mg/kg/wk)	Años	(t/1000t as $CaCO_3$)	(mg/kg/wk)	Años	(t/1000t as $CaCO_3$)	(mg/kg/wk)	Años
Quemita													
2014-CG-053	Sílice	0.1	0.1	10	0.31	0.9	64	1.2	1.1	26.0	0.67	1.1	10.9
2014-CG-055	Sílice	0.3	0.4	148	4.7	141	5.4	49	309	2.6	52.5	309	2.9
2014-CG-057	Sílice-Arcilla	0.6	0.6	136	4.4	22	35.6	87	71	22.7	81.1	71	21.1
La Pava													
2104-CG-041	Sílice	0.01	0.01	12	0.37	0.4	181	0.10	0.4	4.7	83	0.4	3.9

Anotaciones:

1.0 Esto indica el potencial para la formación de ácido - tiempo de agotamiento de NP o CO_3NP es menor que el tiempo de agotamiento de los sulfuros

Cálculos basados en datos correspondientes a 10 semanas de pruebas

FIGURAS

Figura 6-1
pH Pasta vs Azufre como Sulfuro
Proyecto Cerro Quema

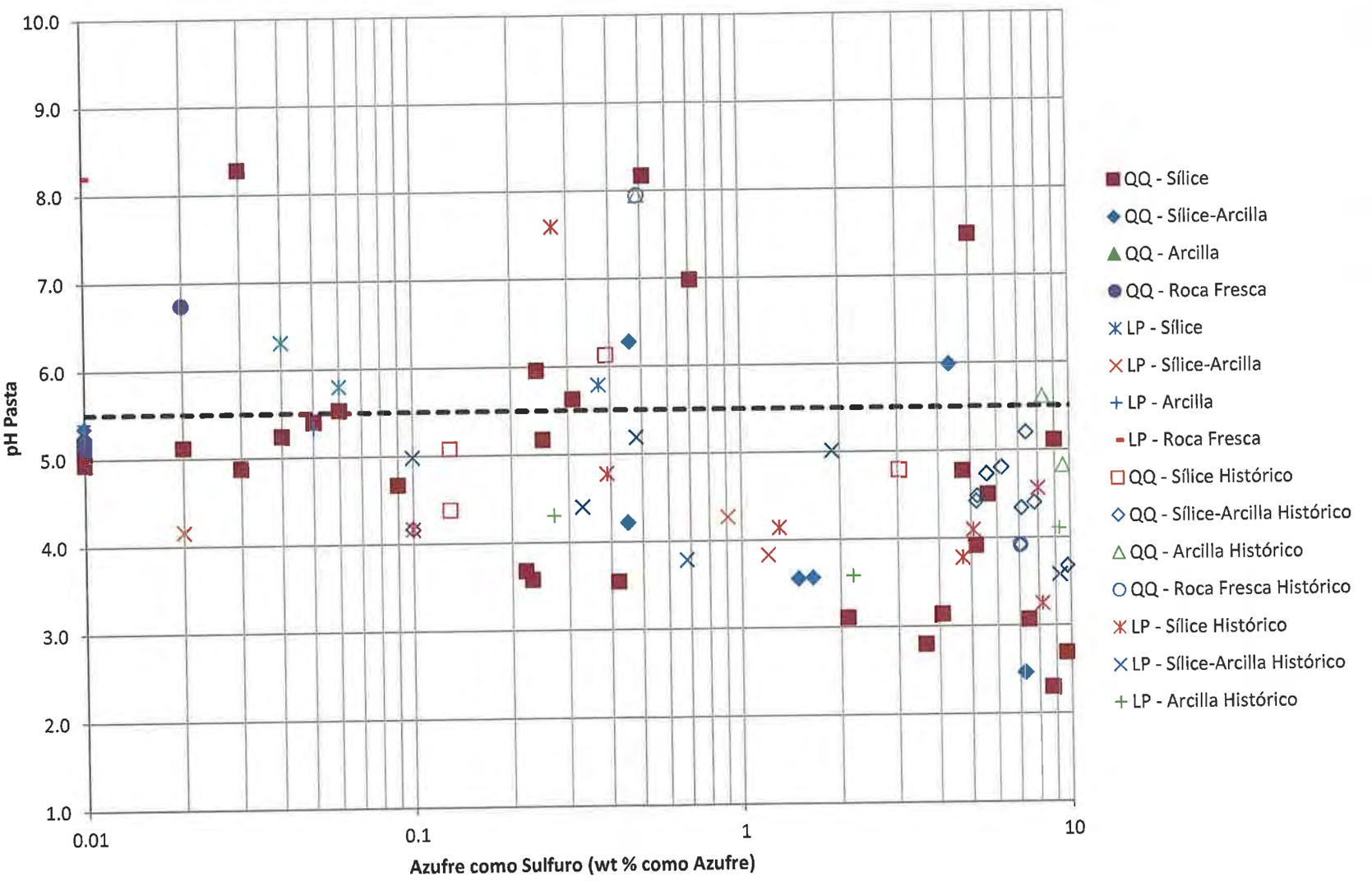
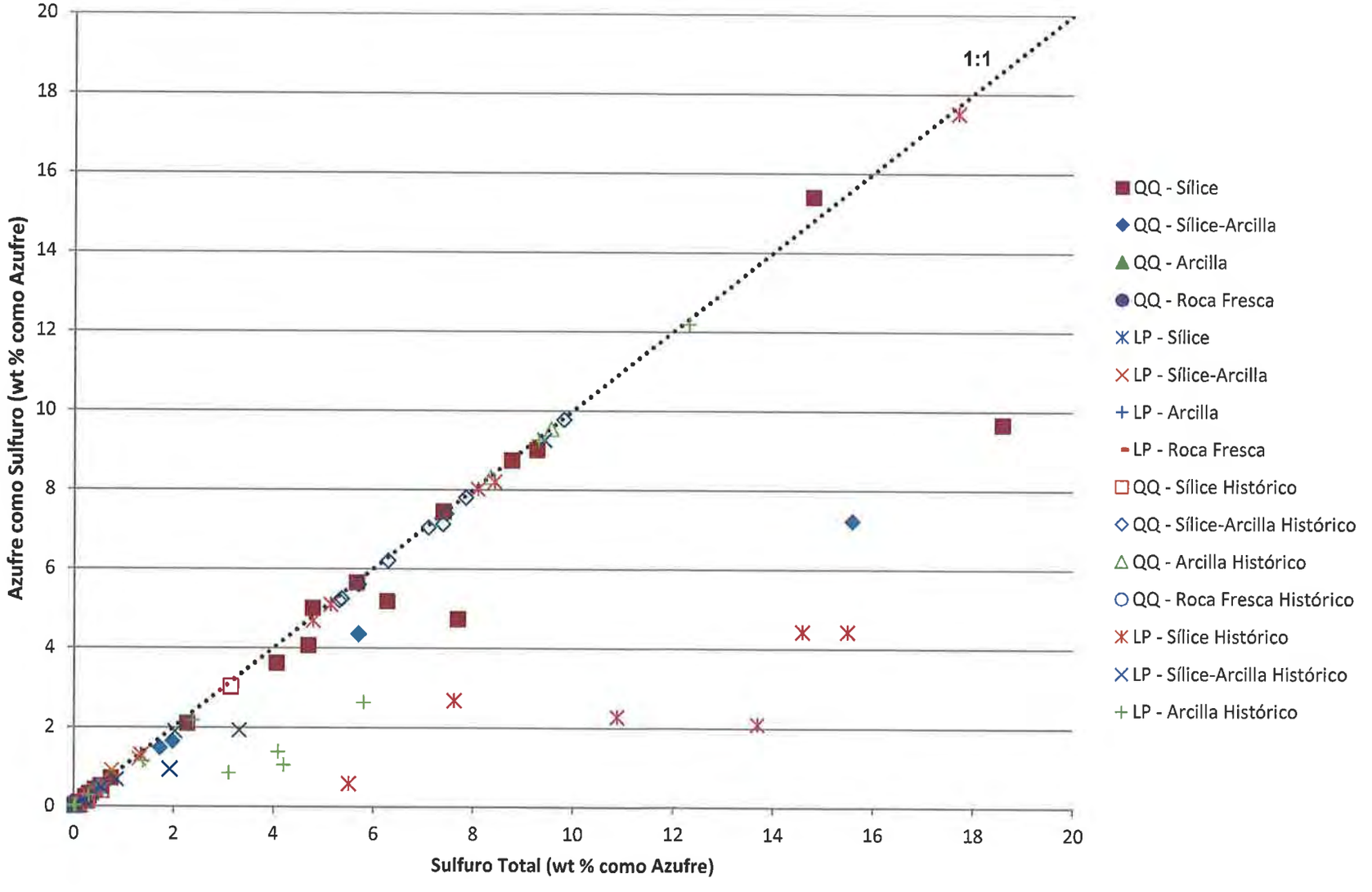


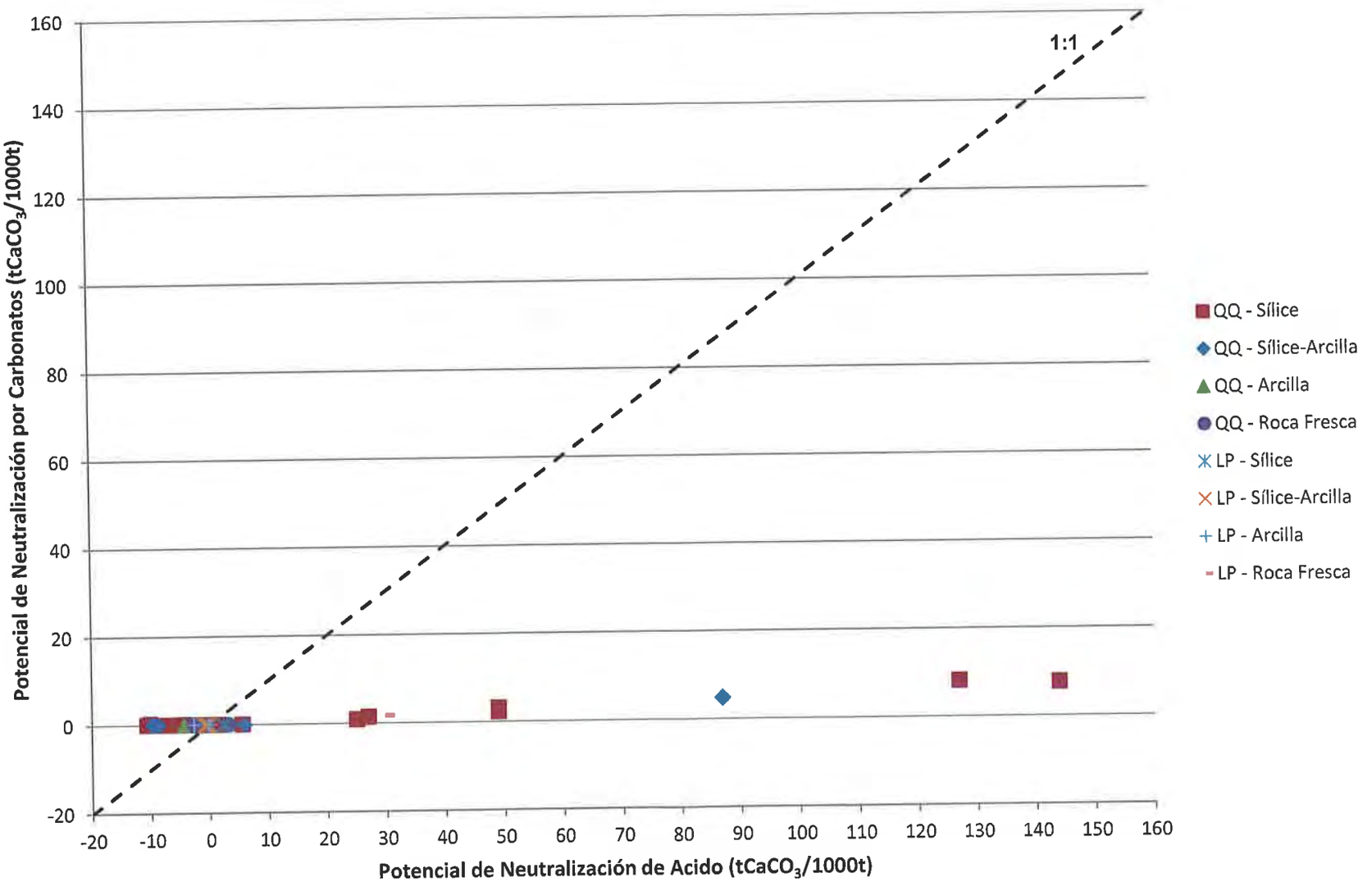
Figura 6-2
Azufre como Sulfuro vs AzufreTotal
Proyecto Cerro Quema



43334
1335

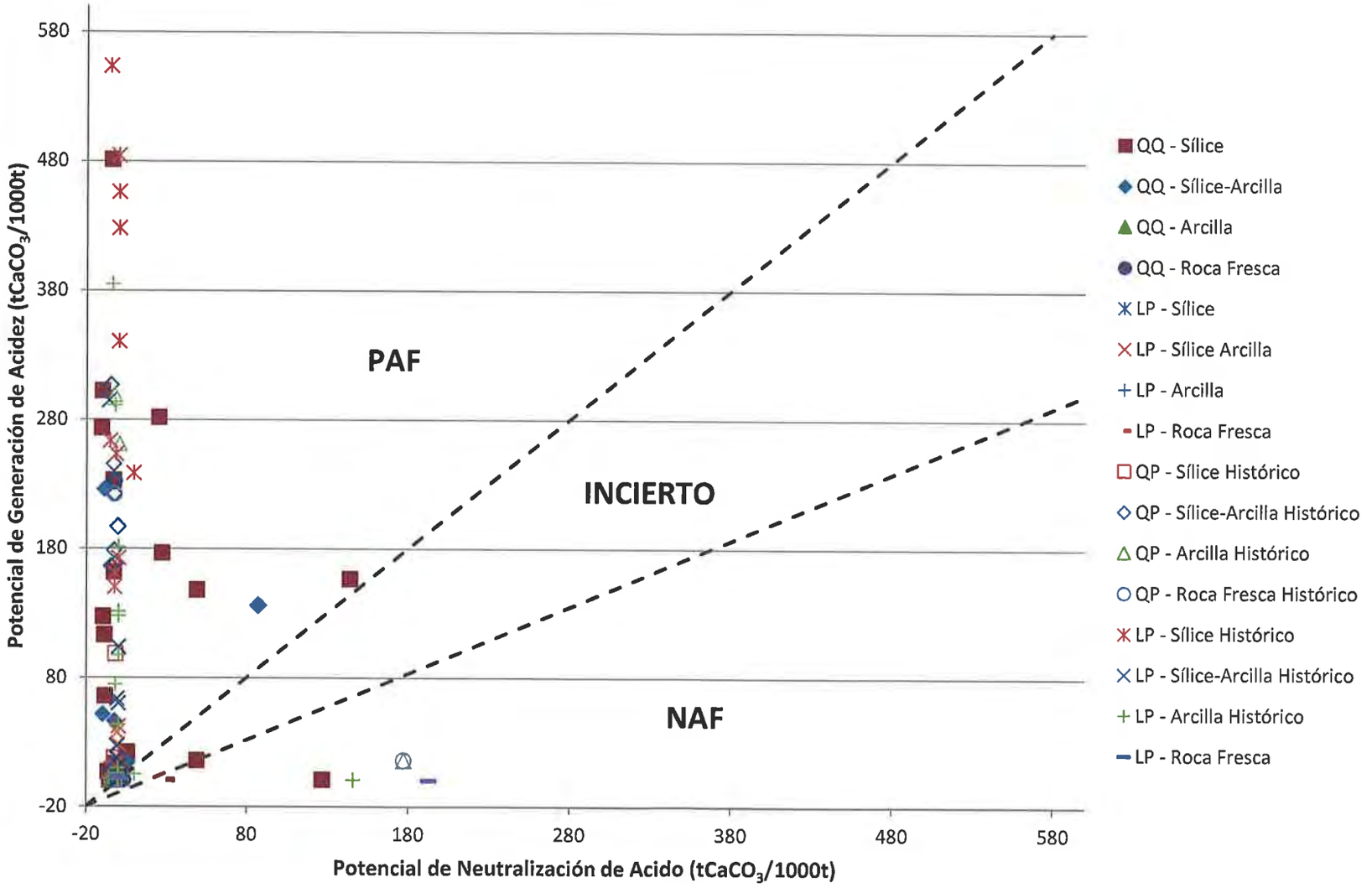
Figura 6-3

Potencial de Neutralización por Carbonatos vs Potencial de Neutralización de Acido
Proyecto Cerro Quema



Golder Ass tes

Figura 6-4
Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización de Acidol
Proyecto Cerro Quema



Golder Associates

Figura 6-5
Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización por Carbonatos
Proyecto Cerro Quema

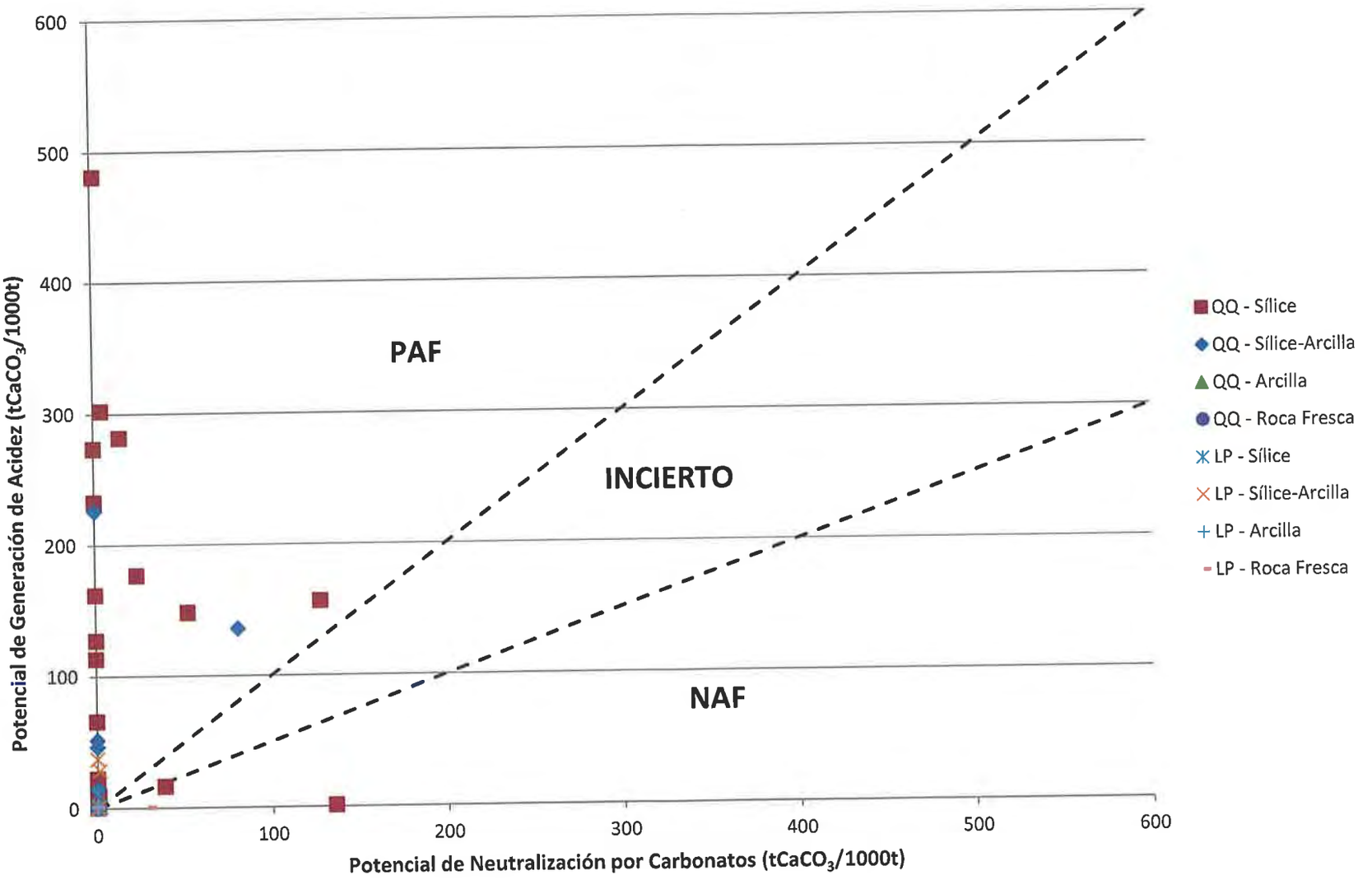
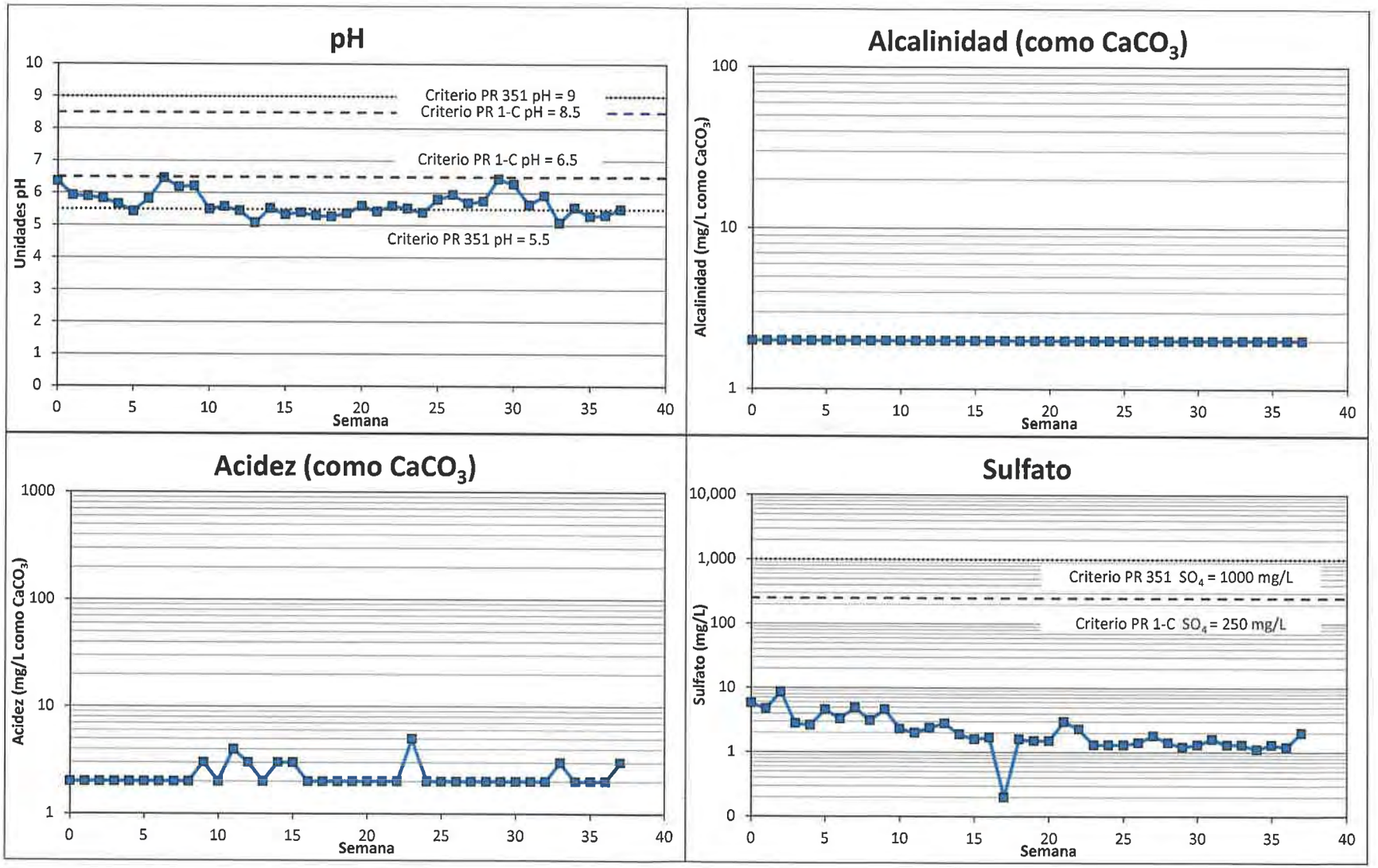


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema



4336
1337

Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

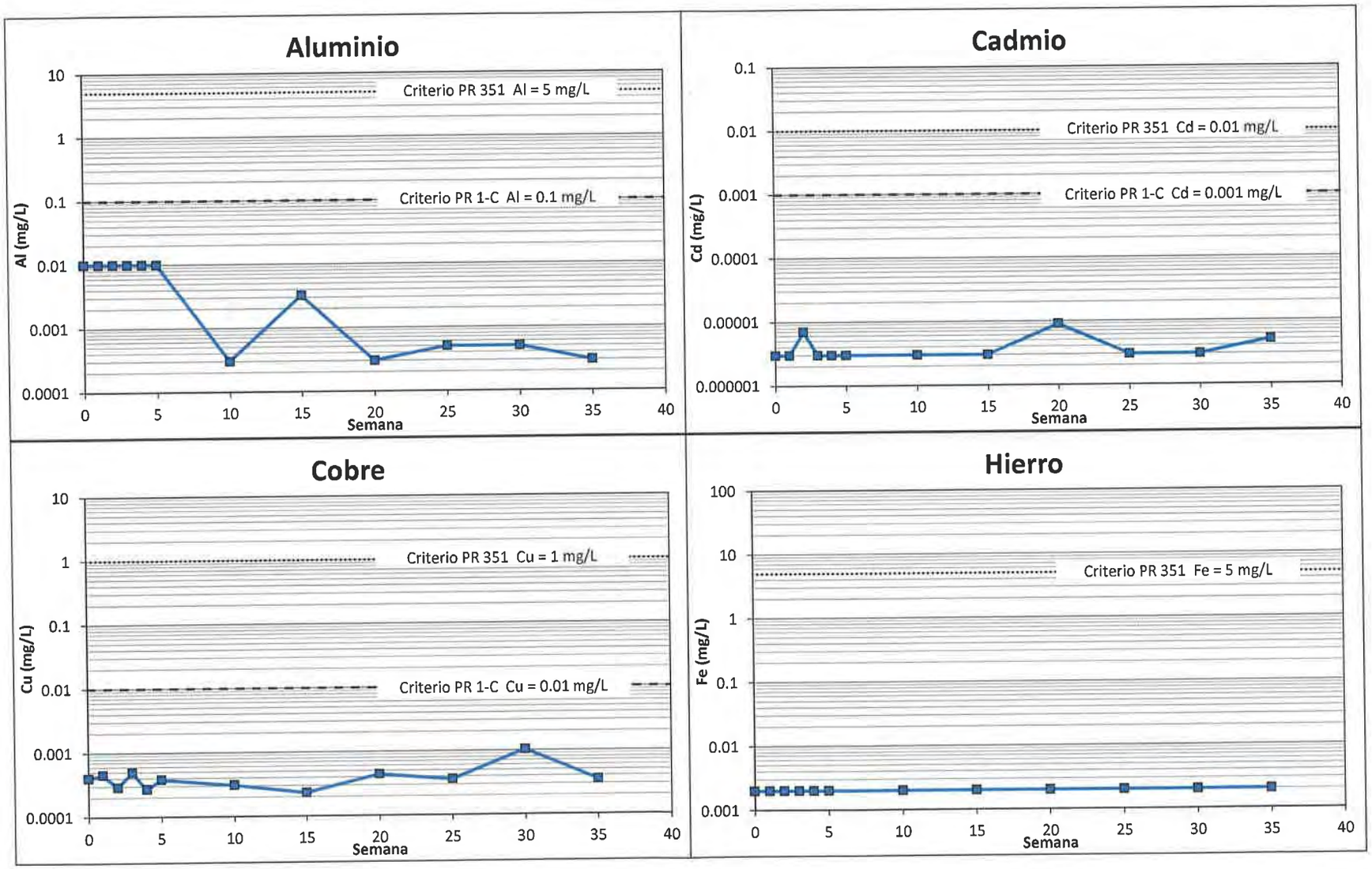
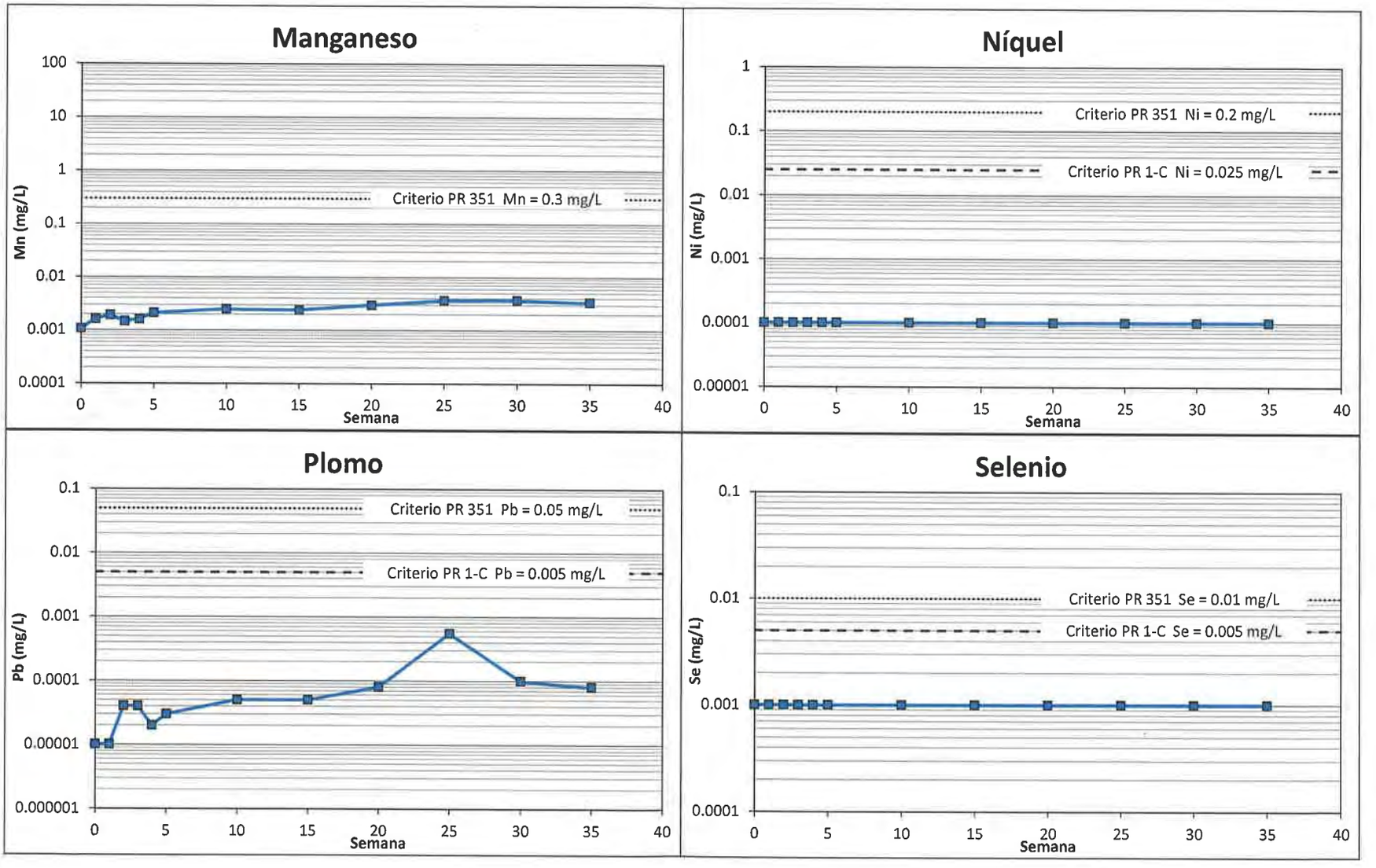


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema



4334
1338

Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

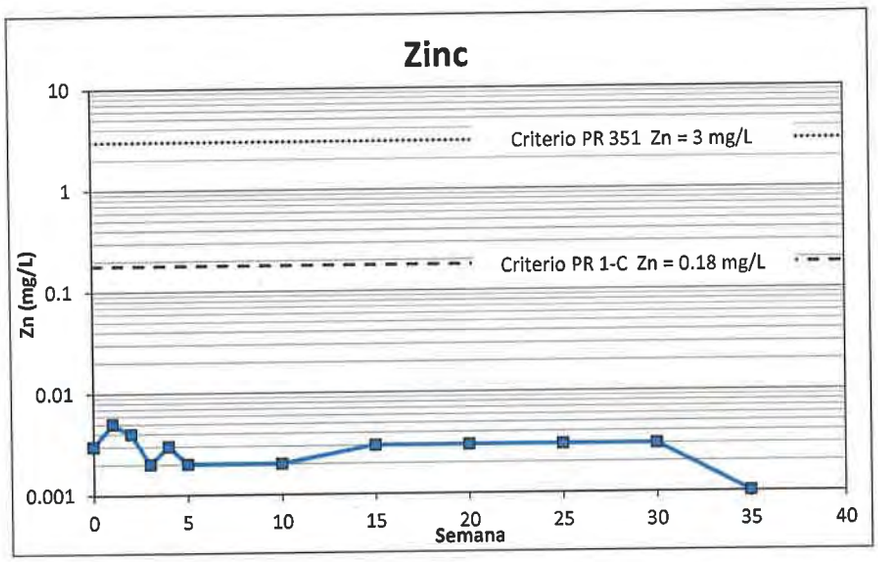


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

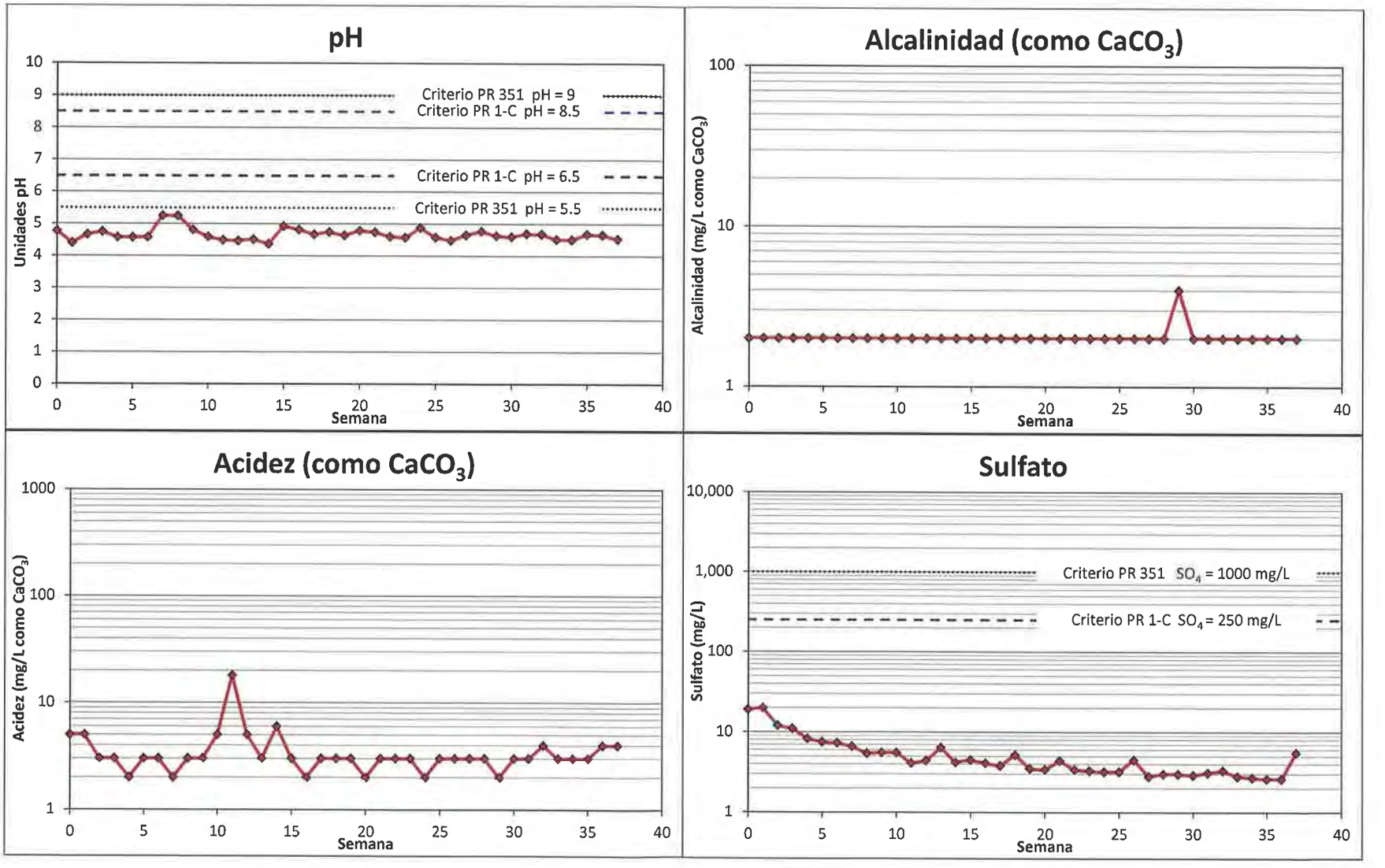


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

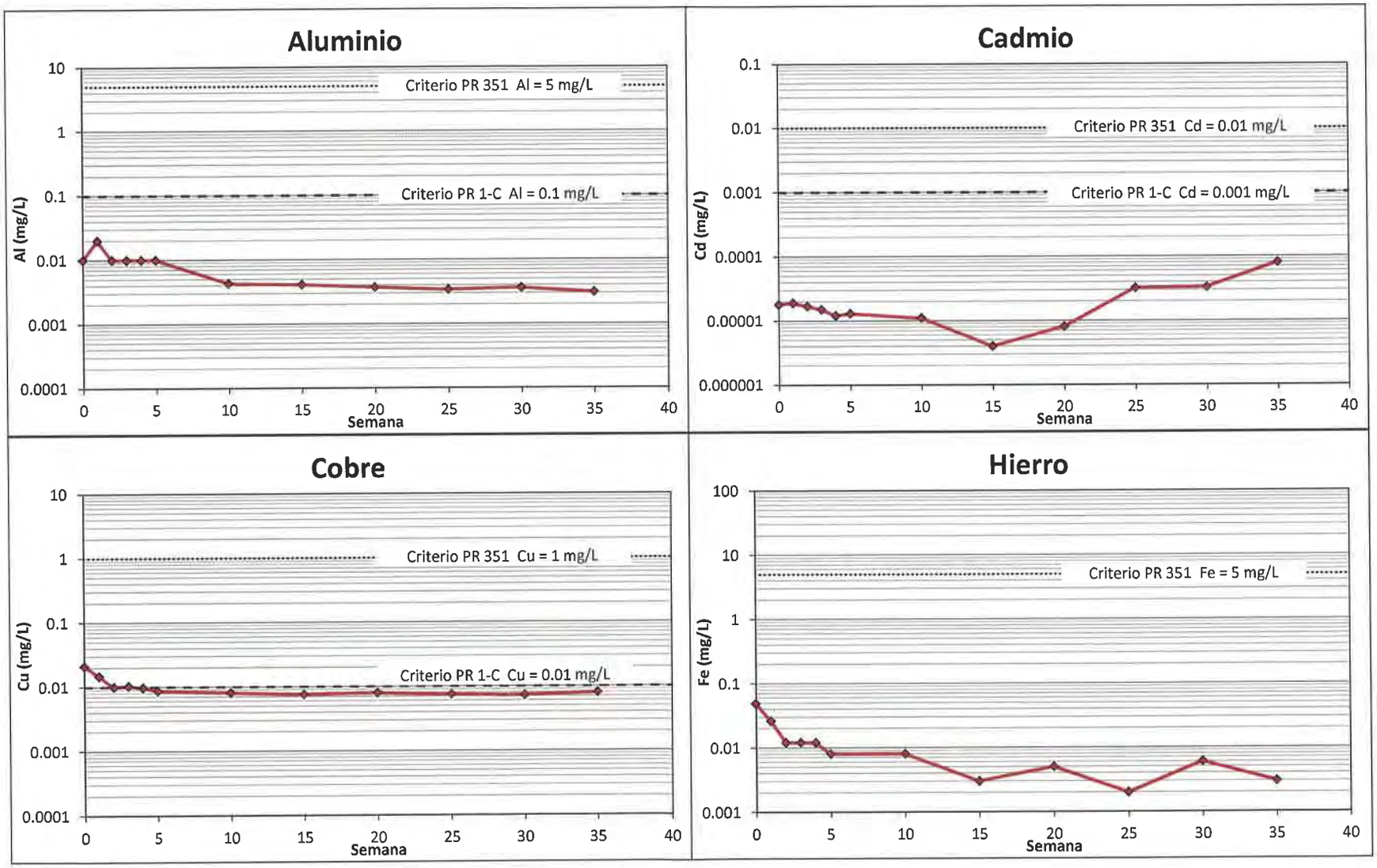
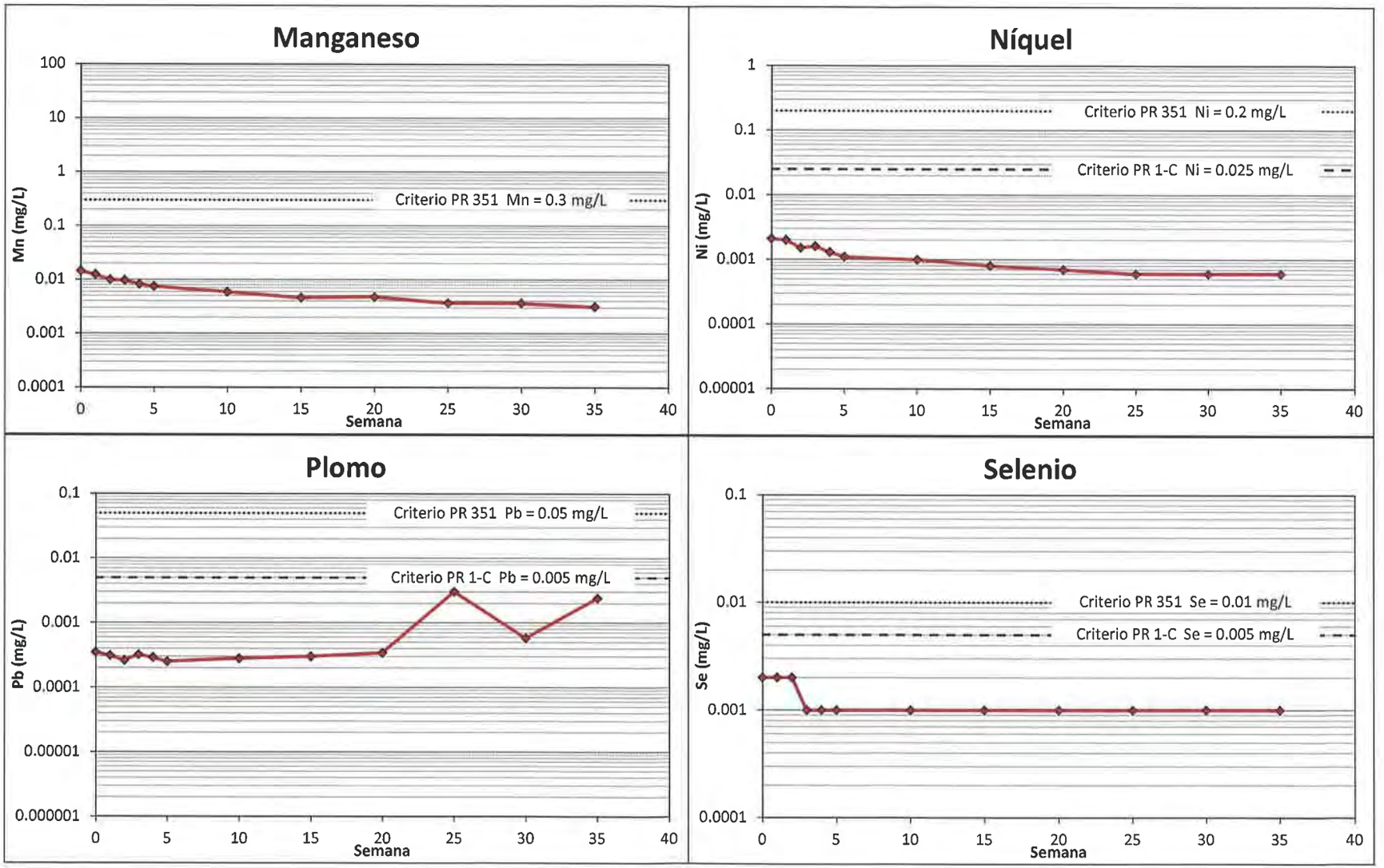


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema



1340

Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

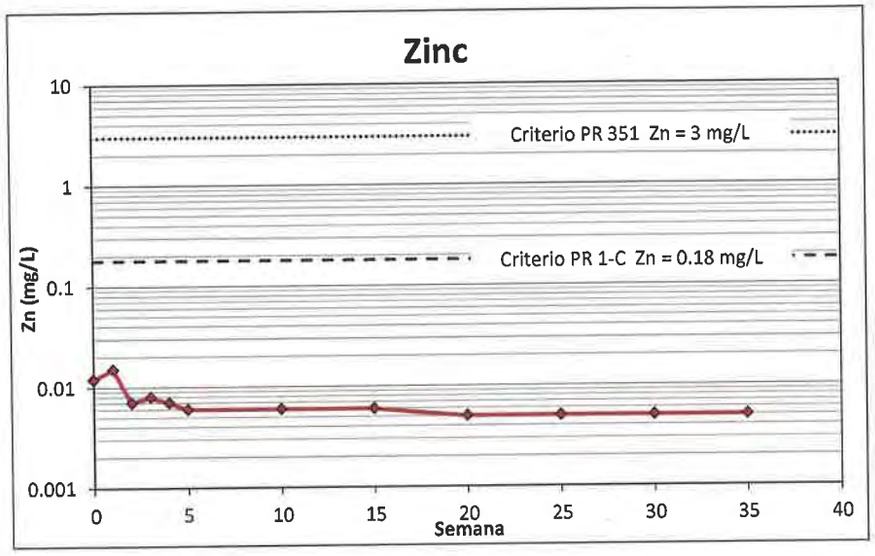
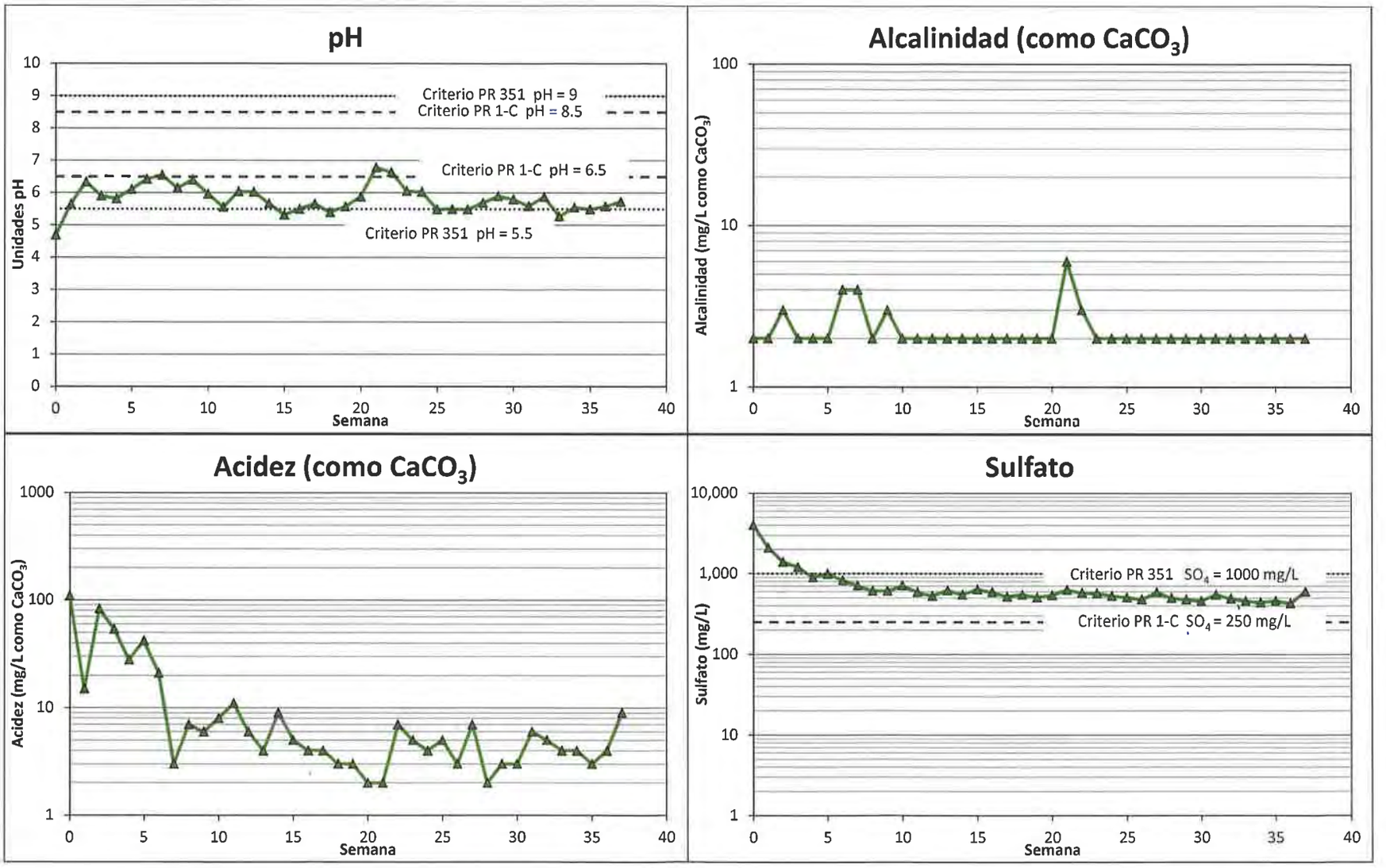


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema



4300
1341

Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

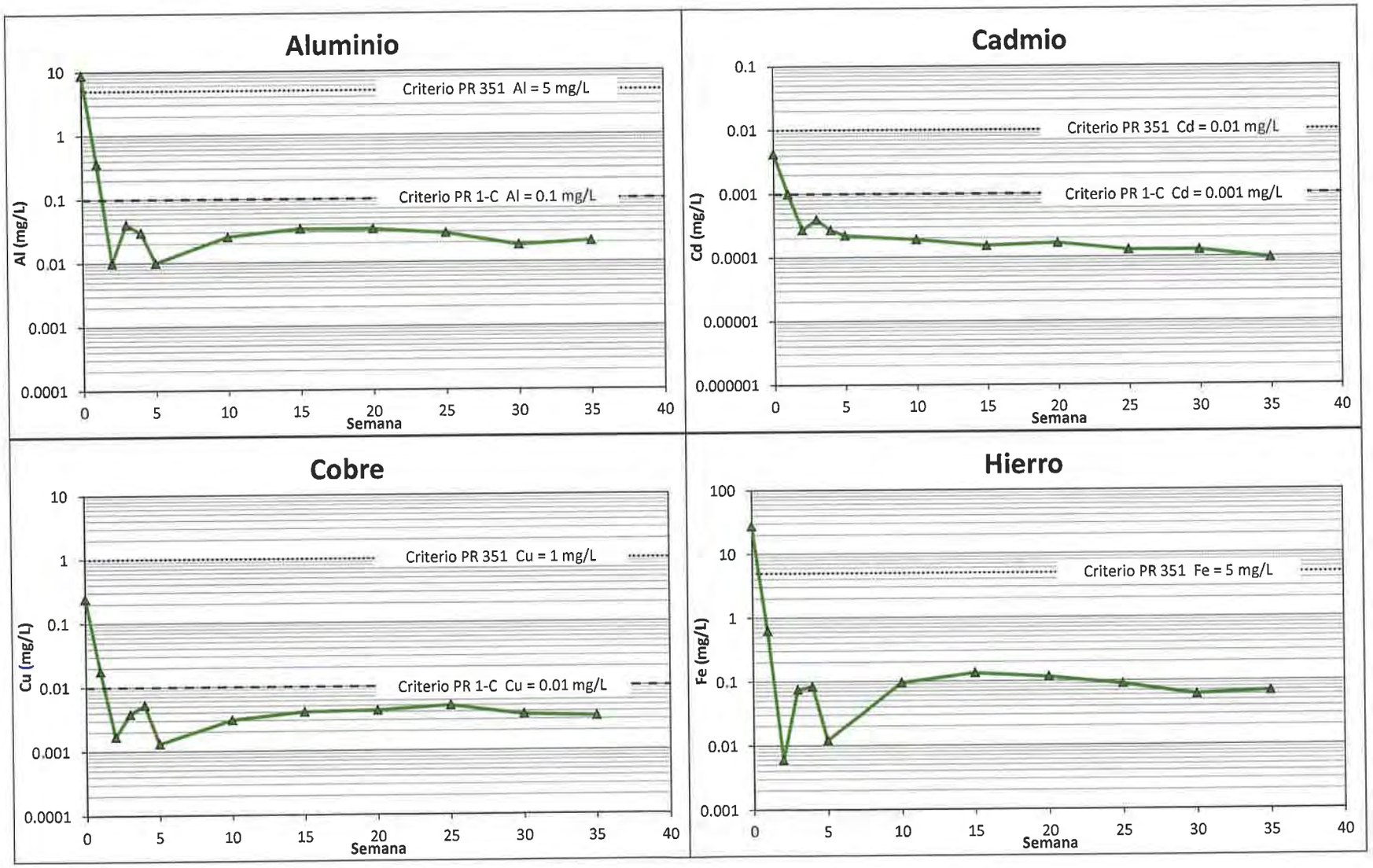
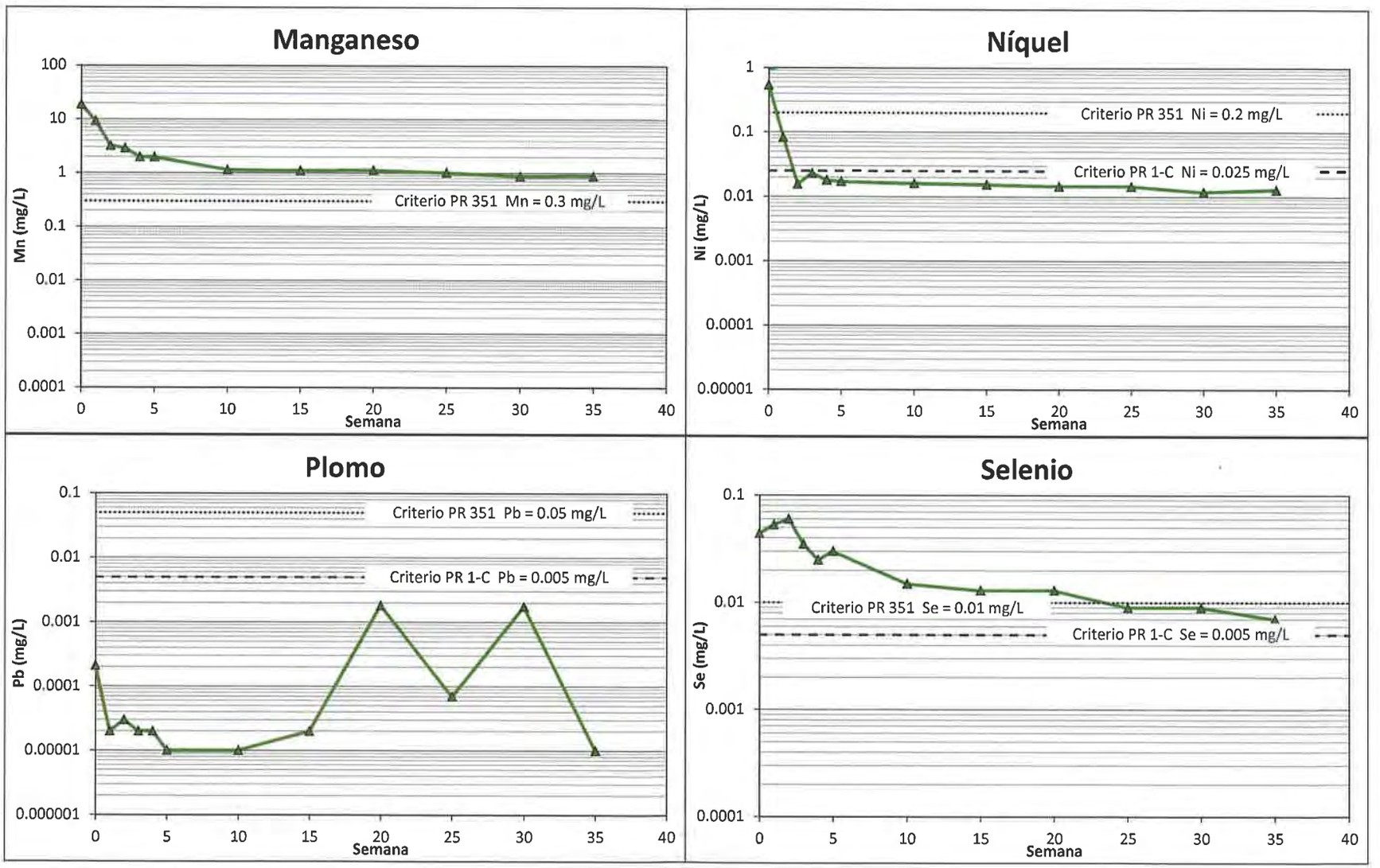


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema



4344
13412

Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

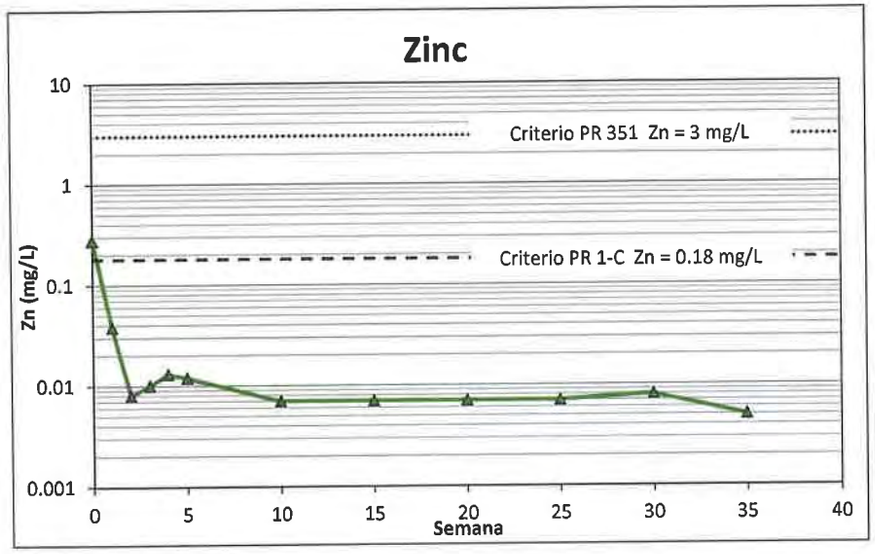
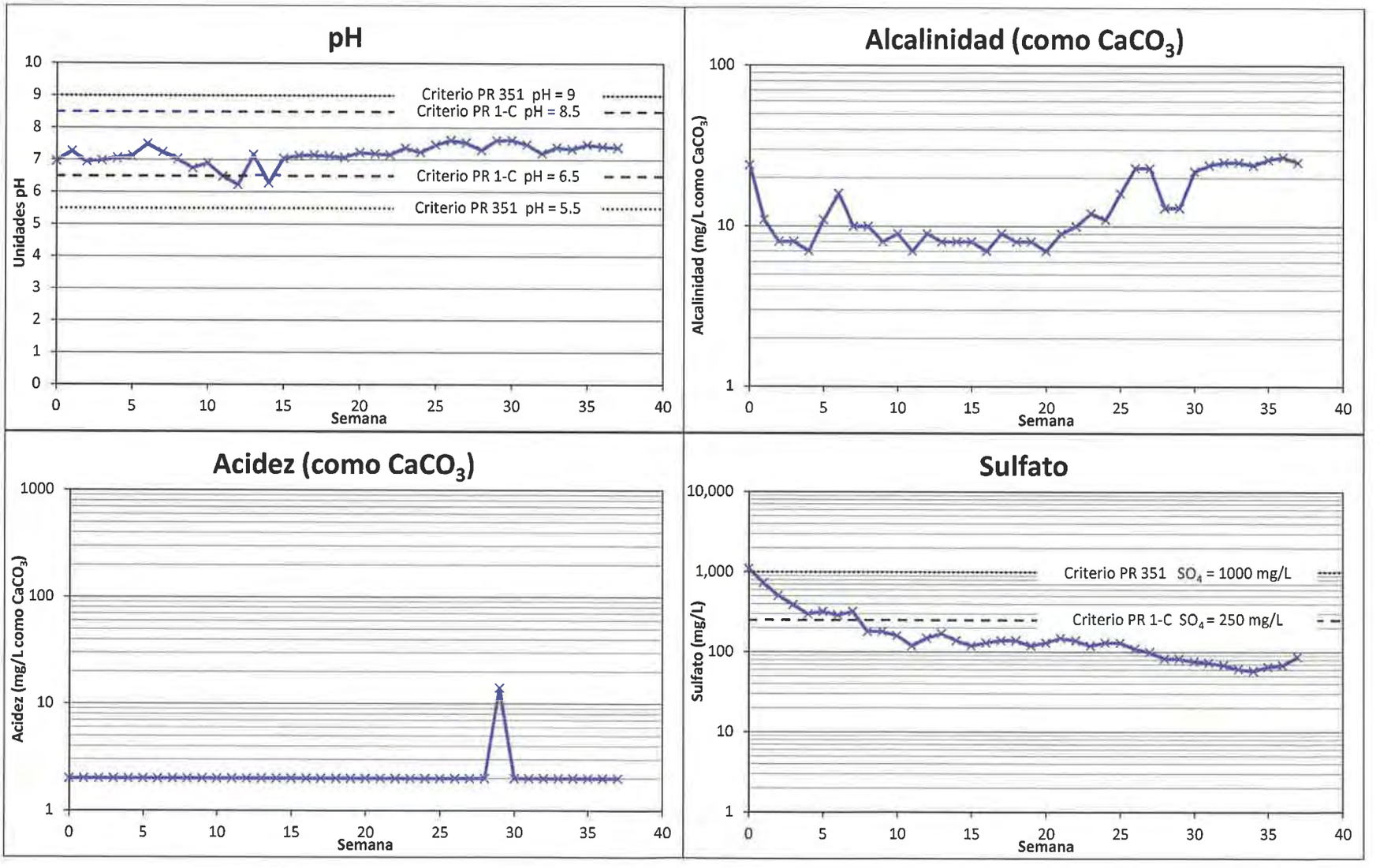


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema



1343

Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema

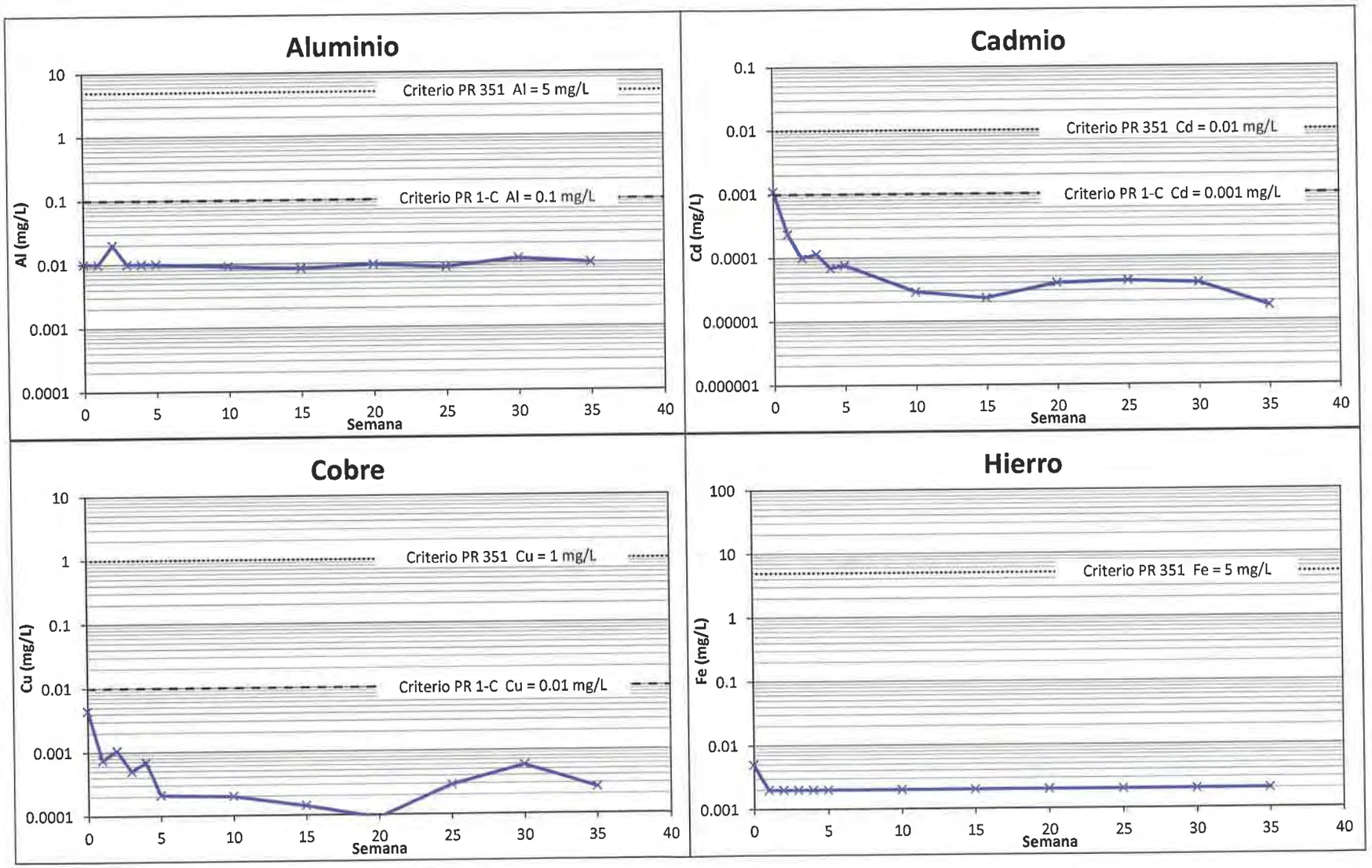
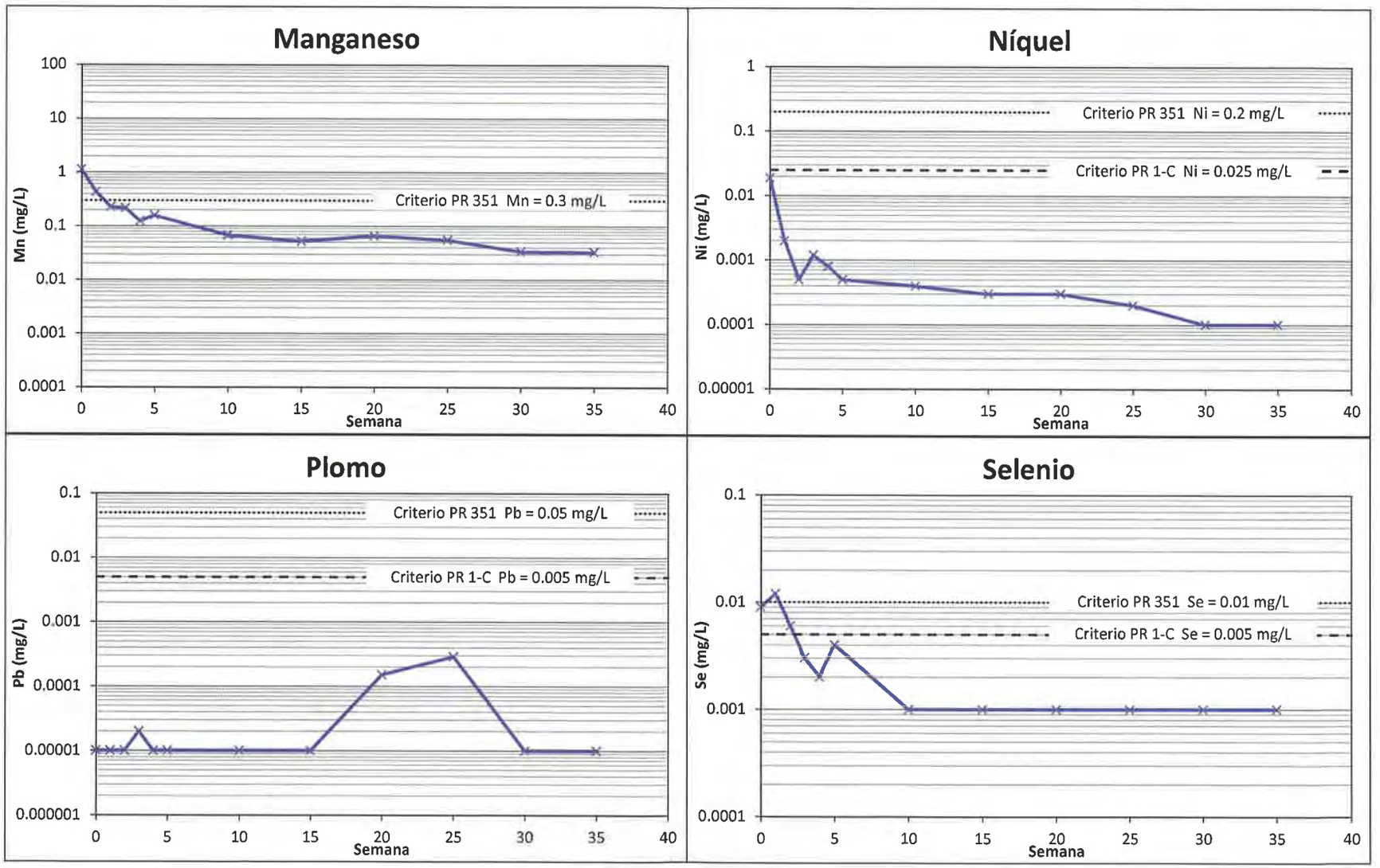
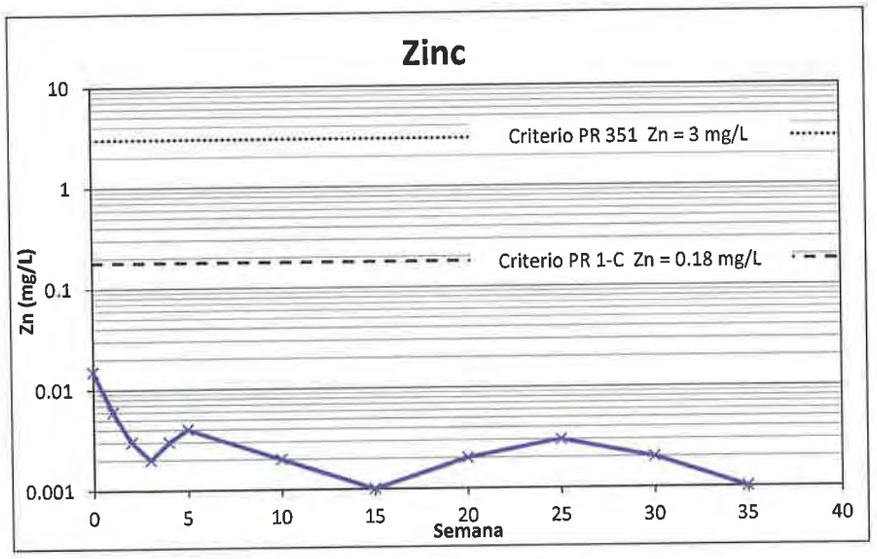


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema



4343
1344

Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema



APÉNDICE A

Certificados de Laboratorio

Golder Associates

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

04-June-2014

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12273-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Hg µg/g	Ag µg/g	Al µg/g	As µg/g	Ba µg/g	Be µg/g	Bi µg/g	Ca µg/g	Cd µg/g	Co µg/g
3: Analysis Approval Date	02-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14
4: Analysis Approval Time	09:36	14:59	14:14	14:59	14:59	14:59	14:59	14:14	14:59	14:59
5: 2014-CG-001	0.93	1.6	57000	20	210	0.14	0.48	280	0.23	21
6: 2014-CG-002	< 0.05	0.75	5600	270	80	0.02	4.6	150	< 0.02	0.71
7: 2014-CG-003	0.17	0.27	70000	12	190	0.36	0.41	120	0.19	22
8: 2014-CG-004	0.08	0.20	72000	5.1	230	0.45	< 0.09	1200	0.15	8.2
9: 2014-CG-005	0.50	0.75	13000	650	64	0.05	6.8	640	< 0.02	0.37
10: 2014-CG-006	1.01	1.0	1900	1200	35	0.04	9.8	930	< 0.02	0.35
11: 2014-CG-007	0.18	0.57	38000	74	270	0.08	4.6	1200	0.04	1.2
12: 2014-CG-008	1.01	0.81	59000	6.2	450	0.17	0.21	980	< 0.02	0.51
13: 2014-CG-009	< 0.05	0.13	59000	86	69	0.07	4.8	82	< 0.02	0.10
14: 2014-CG-010	1.00	1.4	79000	15	270	0.26	0.63	570	8.9	40
15: 2014-CG-012	3.62	7.7	2200	1200	96	0.03	5.6	44	0.07	0.49
16: 2014-CG-013	0.89	2.7	7200	770	4500	0.08	3.6	61	< 0.02	0.23
17: 2014-CG-014	0.70	0.58	81000	35	500	0.20	0.67	250	1.1	9.6
18: 2014-CG-015	0.50	0.18	90000	20	260	0.47	< 0.09	12000	0.76	30
19: 2014-CG-016	0.08	0.11	83000	20	390	0.54	0.18	3500	1.9	35
20: 2014-CG-017	< 0.05	0.09	75000	13	280	0.46	2.0	40000	1.5	13
21: 2014-CG-018	< 0.05	0.24	85000	18	290	0.46	0.20	230	0.44	31
22: 2014-CG-019	< 0.05	0.10	50000	25	87	0.21	1.2	180	0.04	0.44

OnLine LIMS

0000175292

Dat- orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s n/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avail- upon request.)
Test method Information available upon request. "Te erature Upon Receipt" is representa the whole shipment a ay not reflect the temperature of Individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Sample ID	Hg µg/g	Ag µg/g	Al µg/g	As µg/g	Ba µg/g	Be µg/g	Bi µg/g	Ca µg/g	Cd µg/g	Co µg/g
23: 2014-CG-020	< 0.05	0.25	79000	11	180	0.31	< 0.09	150	0.11	13
24: 2014-CG-021	0.13	0.08	69000	10	110	0.44	< 0.09	37000	1.7	33
25: 2014-CG-022	0.24	0.15	76000	22	390	0.28	< 0.09	1200	0.48	33
26: 2014-CG-023	< 0.05	0.21	25000	1100	1400	0.07	9.6	450	< 0.02	0.77
27: 2014-CG-024	0.15	0.34	93000	12	97	0.15	0.11	100	0.05	9.0
28: 2014-CG-025	0.28	0.88	71000	17	430	0.37	4.0	5400	2.1	50
29: 2014-CG-026	0.10	0.14	79000	9.1	190	0.79	< 0.09	10000	4.8	33
30: 2014-CG-028	< 0.05	0.10	78000	9.9	270	0.63	< 0.09	2700	0.16	27
31: 2014-CG-029	< 0.05	0.10	73000	2.8	210	0.48	< 0.09	20000	0.09	22
32: 2014-CG-031	0.25	0.15	63000	26	140	0.20	0.34	1300	< 0.02	6.1
33: 2014-CG-032	< 0.05	0.04	84000	6.8	440	0.59	< 0.09	4300	1.9	18
34: 2014-CG-033	0.73	1.1	71000	19	290	0.27	1.1	2500	0.19	21
35: 2014-CG-034	0.06	0.15	80000	4.3	280	0.56	< 0.09	320	1.0	28
36: 2014-CG-035	< 0.05	0.16	92000	4.6	150	0.67	< 0.09	120	1.1	19
37: 2014-CG-036	< 0.05	0.07	78000	4.8	200	0.50	< 0.09	2600	0.16	22
38: 2014-CG-038	< 0.05	0.12	72000	1.0	240	0.69	< 0.09	1200	0.49	33
39: 2014-CG-039	< 0.05	0.10	80000	6.7	150	0.38	< 0.09	240	0.18	46
40: 2014-CG-040	< 0.05	0.10	72000	4.1	130	0.37	1.8	400	0.58	20
41: 2014-CG-041	0.85	0.30	17000	30	6400	0.05	3.3	110	< 0.02	0.39
42: 2014-CG-042	1.97	0.09	86000	7.8	110	0.24	< 0.09	730	< 0.02	< 0.01
43: 2014-CG-043	0.06	0.08	17000	5.8	34	0.08	0.59	150	< 0.02	0.11
44: 2014-CG-044	2.60	0.20	71000	10	140	0.20	< 0.09	100	0.03	5.2
45: 2014-CG-045	0.11	0.55	88000	6.3	56	0.19	< 0.09	210	0.08	3.4
46: 2014-CG-046	0.42	1.7	69000	13	420	0.27	2.6	490	0.20	12
47: 2014-CG-047	< 0.05	0.17	87000	8.5	220	0.44	0.12	170	0.10	15
48: 2014-CG-048	2.14	0.12	53000	22	20	0.15	0.41	130	0.02	1.3
49: 2014-CG-049	0.16	0.15	73000	4.6	22	0.33	< 0.09	130	< 0.02	0.22
50: 2014-CG-050	0.20	0.15	70000	4.7	850	0.23	< 0.09	12000	0.28	15

OnLine LIMS

0000175292

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4345
1346

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000175292

Data ported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s n/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avail upon request.)
Test method information available upon request. "T rature Upon Receipt" is representa the whole shipment a y not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

04-June-2014

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12273-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Cr µg/g	Cu µg/g	Fe µg/g	K µg/g	Li µg/g	Mg µg/g	Mn µg/g	Mo µg/g	Na µg/g	Ni µg/g	P µg/g
3: Analysis Approval Date	03-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14	04-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14	03-Jun-14	04-Jun-14
4: Analysis Approval Time	14:59	14:59	14:14	14:14	15:00	14:14	15:00	15:00	14:14	15:00	14:14
5: 2014-CG-001	88	710	48000	2800	14	370	22	10	590	23	130
6: 2014-CG-002	18	51	6900	210	< 2	65	13	3.4	120	12	210
7: 2014-CG-003	86	1200	47000	7700	11	1000	54	1.6	820	34	100
8: 2014-CG-004	68	800	75000	6300	31	4700	160	0.7	530	15	240
9: 2014-CG-005	33	110	37000	70	6	36	12	13	70	4.5	290
10: 2014-CG-006	44	170	63000	49	< 2	25	14	28	31	3.8	160
11: 2014-CG-007	71	110	71000	130	15	53	9.6	13	89	2.6	520
12: 2014-CG-008	71	22	57000	2100	11	250	5.5	3.8	98	1.6	440
13: 2014-CG-009	55	36	29000	130	23	46	5.7	3.7	79	0.5	320
14: 2014-CG-010	70	210	51000	3000	36	2700	540	5.7	1100	23	270
15: 2014-CG-012	18	230	55000	63	2	14	9.7	13	61	0.9	120
16: 2014-CG-013	41	730	97000	59	3	21	8.9	8.5	120	0.8	200
17: 2014-CG-014	72	120	52000	4800	25	5900	69	4.2	890	8.2	480
18: 2014-CG-015	110	93	76000	5200	22	3500	360	4.7	670	21	190
19: 2014-CG-016	39	230	77000	7600	25	2900	390	5.2	950	19	620
20: 2014-CG-017	68	19	47000	12000	18	11000	660	1.8	720	13	380
21: 2014-CG-018	70	250	59000	12000	27	11000	1300	0.7	740	26	280

OnLine LIMS

00001375296

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

13446
13417

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Sample ID	Cr µg/g	Cu µg/g	Fe µg/g	K µg/g	Li µg/g	Mg µg/g	Mn µg/g	Mo µg/g	Na µg/g	Ni µg/g	P µg/g
22: 2014-CG-019	66	110	48000	2200	11	590	12	7.3	380	1.1	140
23: 2014-CG-020	51	200	53000	15000	11	6400	540	0.7	440	9.2	370
24: 2014-CG-021	61	490	57000	3200	21	18000	650	3.2	480	25	420
25: 2014-CG-022	94	330	65000	7000	26	1100	74	4.3	930	22	280
26: 2014-CG-023	44	280	54000	330	13	200	17	5.6	120	1.2	1100
27: 2014-CG-024	67	450	24000	16000	13	8700	5.4	0.8	2100	18	97
28: 2014-CG-025	96	2000	120000	15000	5	3700	74	7.5	4000	33	360
29: 2014-CG-026	64	120	46000	7600	21	6200	420	3.8	1200	25	240
30: 2014-CG-028	19	96	58000	13000	22	40000	330	1.2	8000	15	750
31: 2014-CG-029	17	88	58000	16000	21	35000	450	0.9	4900	8.8	990
32: 2014-CG-031	98	130	57000	6400	13	1300	27	2.1	820	6.1	300
33: 2014-CG-032	14	240	60000	11000	31	4500	810	0.9	1400	14	800
34: 2014-CG-033	62	1100	40000	4000	24	4100	120	9.0	690	18	130
35: 2014-CG-034	54	79	56000	8100	21	1100	1000	1.0	600	16	310
36: 2014-CG-035	70	390	44000	20000	13	14000	200	1.3	410	25	72
37: 2014-CG-036	56	60	51000	13000	26	5400	560	0.4	1000	16	390
38: 2014-CG-038	86	80	52000	16000	19	18000	610	0.5	850	21	98
39: 2014-CG-039	62	670	64000	14000	17	12000	760	0.8	370	16	380
40: 2014-CG-040	52	32	55000	9800	21	1600	430	1.0	410	15	230
41: 2014-CG-041	30	130	65000	150	11	49	19	6.1	71	2.6	190
42: 2014-CG-042	85	19	48000	260	20	320	4.5	3.1	95	1.4	360
43: 2014-CG-043	25	87	61000	190	11	120	17	3.9	56	1.4	190
44: 2014-CG-044	96	47	46000	160	23	63	20	4.3	85	3.8	250
45: 2014-CG-045	46	100	50000	4700	13	530	95	0.8	150	16	400
46: 2014-CG-046	99	140	38000	1250	30	390	72	3.4	200	13	300
47: 2014-CG-047	18	54	62000	12000	19	1500	590	0.8	410	8.6	230
48: 2014-CG-048	71	64	69000	650	20	99	25	11	98	2.4	230
49: 2014-CG-049	63	38	39000	1300	21	180	11	1.8	130	1.0	270
50: 2014-CG-050	67	29	39000	4700	28	1300	520	0.5	270	13	180

OnLine LIMS

00001752961

Data ported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s m/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avail upon request.)
Test method information available upon request. "T erature Upon Receipt" is representa the whole shipment a ay not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000175296

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

1347
1348

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

04-June-2014

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12273-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Pb µg/g	Sb µg/g	Se µg/g	Sn µg/g	Sr µg/g	Ti µg/g	Tl µg/g	U µg/g	V µg/g	Y µg/g	Zn µg/g
3: Analysis Approval Date	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14	03-Jun-14
4: Analysis Approval Time	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
5: 2014-CG-001	170	2.2	2.2	0.7	130	1100	2.1	4.2	240	0.90	130
6: 2014-CG-002	520	32	2.0	1.7	460	990	0.65	0.64	24	0.30	140
7: 2014-CG-003	17	< 0.8	2.2	0.6	27	800	0.90	0.28	150	1.5	310
8: 2014-CG-004	10	< 0.8	< 0.7	< 0.5	56	600	1.1	0.43	170	2.5	140
9: 2014-CG-005	160	23	5.4	6.8	510	530	< 0.02	0.37	52	0.69	16
10: 2014-CG-006	220	34	7.2	2.0	190	180	< 0.02	0.081	60	0.25	9.4
11: 2014-CG-007	98	4.9	10	4.8	830	1300	0.05	1.2	170	1.6	9.7
12: 2014-CG-008	14	< 0.8	2.9	2.5	510	1100	0.73	0.93	190	2.9	4.9
13: 2014-CG-009	85	10	2.8	4.6	530	800	< 0.02	0.51	89	0.80	6.5
14: 2014-CG-010	300	1.9	2.6	0.5	85	850	3.7	6.1	170	1.6	740
15: 2014-CG-012	83	19	10	2.3	190	1100	0.05	0.58	15	0.34	11
16: 2014-CG-013	63	8.8	21	1.7	380	830	< 0.02	0.35	32	0.80	8.0
17: 2014-CG-014	39	2.1	3.6	1.8	71	950	0.96	3.7	180	3.2	230
18: 2014-CG-015	32	2.8	6.2	0.6	51	990	2.9	2.9	220	3.8	410
19: 2014-CG-016	36	< 0.8	3.9	1.3	39	1000	1.0	0.53	230	4.6	180
20: 2014-CG-017	20	1.9	0.8	2.0	46	860	0.50	0.58	150	4.8	280
21: 2014-CG-018	8.3	0.8	< 0.7	0.6	12	890	0.51	0.45	160	4.3	210

OnLine LIMS

00001753O1

Data ported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s m/terms_and_conditions_service.h printed copies are avail- upon request.)
Test method information available upon request. "T erature Upon Receipt" is representa the whole shipment a ay not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Sample ID	Pb µg/g	Sb µg/g	Se µg/g	Sn µg/g	Sr µg/g	Ti µg/g	Tl µg/g	U µg/g	V µg/g	Y µg/g	Zn µg/g
22: 2014-CG-019	72	7.4	3.6	0.7	54	1600	0.29	0.85	140	4.1	7.7
23: 2014-CG-020	4.6	< 0.8	0.9	< 0.5	5.9	820	1.5	0.83	140	5.2	34
24: 2014-CG-021	4.7	< 0.8	1.8	< 0.5	42	810	0.35	1.5	170	6.9	160
25: 2014-CG-022	12	< 0.8	3.1	0.7	290	960	1.1	1.6	160	6.8	79
26: 2014-CG-023	320	13	2.9	15	1800	370	0.06	0.36	69	0.66	7.3
27: 2014-CG-024	23	< 0.8	< 0.7	0.6	35	830	1.9	0.84	160	0.64	140
28: 2014-CG-025	170	0.9	6.6	3.0	75	780	3.4	1.5	180	1.7	380
29: 2014-CG-026	64	< 0.8	1.9	0.6	110	880	1.3	1.8	190	13	550
30: 2014-CG-028	9.6	< 0.8	0.9	0.6	28	2200	0.30	0.36	200	15	180
31: 2014-CG-029	7.9	< 0.8	< 0.7	< 0.5	29	2100	0.32	0.37	200	8.0	76
32: 2014-CG-031	26	< 0.8	3.7	0.6	240	1000	0.86	0.37	160	2.2	19
33: 2014-CG-032	12	< 0.8	< 0.7	< 0.5	31	1100	0.72	0.24	220	7.6	270
34: 2014-CG-033	140	2.9	3.5	< 0.5	77	910	1.4	3.3	140	3.8	78
35: 2014-CG-034	6.7	< 0.8	1.6	< 0.5	29	830	0.43	0.56	160	3.4	140
36: 2014-CG-035	42	< 0.8	0.8	0.7	10	880	1.0	0.84	180	10	240
37: 2014-CG-036	22	< 0.8	< 0.7	< 0.5	97	1100	1.1	1.2	130	9.9	80
38: 2014-CG-038	5.8	< 0.8	< 0.7	< 0.5	15	820	0.96	0.67	160	5.9	230
39: 2014-CG-039	69	< 0.8	< 0.7	< 0.5	16	980	2.0	1.3	120	7.3	65
40: 2014-CG-040	10	1.1	< 0.7	< 0.5	20	830	0.80	0.58	150	4.1	130
41: 2014-CG-041	20	5.8	4.0	2.3	540	220	< 0.02	0.13	82	0.59	7.5
42: 2014-CG-042	33	1.8	1.4	1.7	420	1700	0.10	0.91	240	3.6	8.4
43: 2014-CG-043	17	0.8	1.8	< 0.5	400	260	< 0.02	0.19	110	0.79	5.9
44: 2014-CG-044	33	2.1	< 0.7	0.8	380	1500	0.12	1.1	230	3.4	5.6
45: 2014-CG-045	63	1.9	< 0.7	0.7	320	840	1.1	1.6	150	3.7	120
46: 2014-CG-046	53	1.6	< 0.7	0.6	460	1200	1.3	1.4	190	2.4	86
47: 2014-CG-047	6.2	6.2	< 0.7	0.6	23	2600	1.2	0.61	230	8.7	61
48: 2014-CG-048	29	5.6	< 0.7	0.8	340	1200	0.22	2.8	210	3.8	12
49: 2014-CG-049	19	< 0.8	< 0.7	< 0.5	190	1400	0.33	0.61	210	2.9	5.4
50: 2014-CG-050	8.3	< 0.8	< 0.7	< 0.5	62	950	0.66	1.3	150	4.1	55

OnLine LIMS

00001753301

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4348
1349

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12273-MAY14**

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00000173501

Dat[illegible]orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s[illegible]n/terms_and_conditions_service.l[illegible] 'rinted copies are avail[illegible] upon request.)
Test method information available upon request. "Te[illegible]erature Upon Receipt" is representa[illegible] the whole shipment a[illegible]ay not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

10-June-2014

Date Rec. : 28 May 2014
LR Report: **CA13894-MAY14**
Reference: Project:1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-053	6: 2014-CG-054	7: 2014-CG-055	8: 2014-CG-056	9: 2014-CG-057
Sample Date & Time			Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Mercury [µg/g]	06-Jun-14	13:43	2.00	0.23	0.18	0.22	0.16
Silver [µg/g]	06-Jun-14	13:47	2.3	0.30	0.28	0.10	0.09
Aluminum [µg/g]	06-Jun-14	14:45	28000	64000	76000	81000	69000
Arsenic [µg/g]	06-Jun-14	13:47	1300	41	12	34	12
Barium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	1300	860	830	1100	1200
Beryllium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	0.06	0.18	0.32	0.19	0.32
Bismuth [µg/g]	06-Jun-14	13:47	7.3	1.1	0.15	0.31	< 0.09
Calcium [µg/g]	06-Jun-14	14:45	2500	5600	36000	3300	36000
Cadmium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	0.13	0.40	< 0.02	0.34	0.44
Cobalt [µg/g]	06-Jun-14	13:47	0.17	48	120	40	25
Chromium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	170	120	160	140	150
Copper [µg/g]	06-Jun-14	13:47	690	600	390	270	100
Iron [µg/g]	06-Jun-14	14:45	160000	140000	67000	110000	66000
Potassium [µg/g]	06-Jun-14	14:45	390	3500	22000	3100	9900
Lithium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	< 2	21	10	21	17
Magnesium [µg/g]	06-Jun-14	14:45	190	1700	16000	630	31000

OnLine LIMS

0000179179

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4349
1350

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA13894-MAY14**

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-053	6: 2014-CG-054	7: 2014-CG-055	8: 2014-CG-056	9: 2014-CG-057
Manganese [µg/g]	06-Jun-14	13:47	10	58	530	29	330
Molybdenum [µg/g]	06-Jun-14	13:47	20	24	3.9	7.7	3.4
Sodium [µg/g]	06-Jun-14	14:45	380	630	1000	1100	2000
Nickel [µg/g]	06-Jun-14	13:47	4.5	32	35	29	20
Phosphorus [µg/g]	06-Jun-14	14:46	980	350	430	480	370
Lead [µg/g]	06-Jun-14	13:47	360	47	27	15	7.7
Antimony [µg/g]	06-Jun-14	13:47	18	2.5	2.1	5.7	< 0.8
Selenium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	5.5	5.8	4.8	8.1	2.0
Tin [µg/g]	06-Jun-14	13:47	11	1.9	23	2.1	1.3
Strontium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	1900	570	100	430	71
Titanium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	2400	910	1000	960	870
Thallium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	0.64	0.90	0.84	0.52	0.75
Uranium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	2.8	0.45	0.53	0.35	0.92
Vanadium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	190	150	190	180	170
Yttrium [µg/g]	06-Jun-14	13:47	1.5	2.1	4.1	1.9	3.6
Zinc [µg/g]	06-Jun-14	13:47	9.9	93	63	91	61

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00001791Z9

Dat[illegible]orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.[illegible]m/terms_and_conditions_service.h[illegible]rinted copies are aval[illegible] upon request.)
Test method information available upon request. "T[illegible]erature Upon Receipt" is representa[illegible] the whole shipment a[illegible]ay not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

ABA - Modified Sobek

09-June-2014

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12272-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Paste pH	Fizz Rate ---	Sample weight g	HCl added mL	HCl Normality	NaOH Normality	NaOH to pH=8.3 mL	Final pH
3: Analysis Approval Date	29-May-14	29-May-14	29-May-14	29-May-14	29-May-14	29-May-14	29-May-14	29-May-14
4: Analysis Approval Time	13:48	13:48	13:48	13:48	13:48	13:48	13:48	13:48
5: 2014-CG-001	2.80	1	2.00	20.00	0.10	0.10	23.46	1.06
6: 2014-CG-002	4.67	1	2.03	20.00	0.10	0.10	19.60	1.06
7: 2014-CG-003	3.92	1	1.99	20.00	0.10	0.10	21.16	1.08
8: 2014-CG-004	5.17	1	1.99	20.00	0.10	0.10	21.26	1.09
9: 2014-CG-005	5.53	1	2.00	20.00	0.10	0.10	19.96	1.02
10: 2014-CG-006	5.40	1	1.98	20.00	0.10	0.10	20.00	1.03
11: 2014-CG-007	3.55	1	1.96	20.00	0.10	0.10	20.69	1.05
12: 2014-CG-008	3.58	1	2.03	20.00	0.10	0.10	20.83	1.05
13: 2014-CG-009	4.88	1	1.98	20.00	0.10	0.10	20.37	1.05
14: 2014-CG-010	3.14	1	2.02	20.00	0.10	0.10	23.90	1.09
15: 2014-CG-012	5.24	1	1.95	20.00	0.10	0.10	20.47	1.00
16: 2014-CG-013	5.17	1	2.04	20.00	0.10	0.10	20.65	1.02
17: 2014-CG-014	3.11	1	2.03	20.00	0.10	0.10	23.34	1.08
18: 2014-CG-015	5.11	1	2.04	20.00	0.10	0.10	9.94	1.41
19: 2014-CG-016	3.07	1	2.03	20.00	0.10	0.10	21.35	1.22
20: 2014-CG-017	8.28	3	2.01	84.90	0.10	0.10	33.88	1.58

OnLine LIMS

0000178493

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

1350.
1351

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report : **CA12272-MAY14**

Sample ID	Paste pH	Fizz Rate ---	Sample weight g	HCl added mL	HCl Normality	NaOH Normality	NaOH to pH=8.3 mL	Final pH
21: 2014-CG-018	4.94	1	2.03	20.00	0.10	0.10	22.21	1.08
22: 2014-CG-019	5.12	1	2.04	20.00	0.10	0.10	21.25	1.07
23: 2014-CG-020	5.08	1	1.98	20.00	0.10	0.10	21.98	1.09
24: 2014-CG-021	7.47	2	1.98	86.50	0.10	0.10	29.69	1.64
25: 2014-CG-022	2.30	1	1.97	20.00	0.10	0.10	24.17	1.09
26: 2014-CG-023	5.96	1	2.01	20.00	0.10	0.10	19.34	1.01
27: 2014-CG-024	3.68	1	1.99	20.00	0.10	0.10	22.53	1.13
28: 2014-CG-025	2.81	1	2.03	20.00	0.10	0.10	21.80	1.14
29: 2014-CG-026	4.50	1	2.03	20.00	0.10	0.10	8.98	1.90
30: 2014-CG-028	6.98	1	2.01	20.00	0.10	0.10	17.76	1.55
31: 2014-CG-029	8.17	3	2.03	43.80	0.10	0.10	23.95	1.57
32: 2014-CG-031	3.56	1	2.01	20.00	0.10	0.10	20.98	1.06
33: 2014-CG-032	6.28	1	2.04	20.00	0.10	0.10	17.57	1.49
34: 2014-CG-033	3.57	1	2.02	20.00	0.10	0.10	23.86	1.09
35: 2014-CG-034	5.35	1	1.95	20.00	0.10	0.10	21.22	1.07
36: 2014-CG-035	4.22	1	2.03	20.00	0.10	0.10	21.15	1.15
37: 2014-CG-036	5.27	1	2.03	20.00	0.10	0.10	21.75	1.14
38: 2014-CG-038	6.74	1	2.00	20.00	0.10	0.10	18.67	1.33
39: 2014-CG-039	5.14	1	1.99	20.00	0.10	0.10	21.03	1.13
40: 2014-CG-040	5.22	1	1.97	20.00	0.10	0.10	20.85	1.07
41: 2014-CG-041	5.79	1	1.96	20.00	0.10	0.10	19.96	1.01
42: 2014-CG-042	6.31	1	1.96	20.00	0.10	0.10	19.06	1.02
43: 2014-CG-043	5.80	1	2.02	20.00	0.10	0.10	20.13	1.04
44: 2014-CG-044	3.84	1	2.00	20.00	0.10	0.10	20.34	1.03
45: 2014-CG-045	4.16	1	2.05	20.00	0.10	0.10	20.22	1.05
46: 2014-CG-046	4.27	1	2.00	20.00	0.10	0.10	20.06	1.07
47: 2014-CG-047	5.24	1	2.00	20.00	0.10	0.10	21.09	1.02
48: 2014-CG-048	5.33	1	2.00	20.00	0.10	0.10	20.00	0.99
49: 2014-CG-049	5.40	1	2.05	20.00	0.10	0.10	20.10	1.01
50: 2014-CG-050	8.20	1	2.02	20.00	0.10	0.10	7.82	1.58

Dat ›rted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of his analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s m/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avai upon request.)
Test method information available upon request. "T perature Upon Receipt" is representa , the whole shipment a ay not reflect the temperature of individual samples.

SMTLtemp1no

00001784493

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report : **CA12272-MAY14**

*NP (Neutralization Potential)
= 50 x (N of HCL x Total HCL added - N NaOH x NaOH added)

Weight of Sample

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25
*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP
NP/AP Ratio = NP/AP
*Results expressed as tonnes CaCO3 equivalent/1000 tonnes of material
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000178493

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

1351
1352

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

ABA - Modified Sobek

09-June-2014

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12272-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	NP t CaCO3/1000 t	AP t CaCO3/1000 t	Net NP t CaCO3/1000 t	NP/AP ratio	Sulphur (total) %	Acid Leachable SO4-S %	Sulphide %	Carbon (total) %	Carbonate %
3: Analysis Approval Date	29-May-14	---	---	---	29-May-14	---	29-May-14	27-May-14	27-May-14
4: Analysis Approval Time	13:48	---	---	---	13:42	---	13:43	16:37	16:37
5: 2014-CG-001	-8.7	113	-121.82	-0.08	4.07	0.45	3.62	0.031	< 0.005
6: 2014-CG-002	1.0	2.81	-1.81	0.36	0.102	0.01	0.09	0.031	< 0.005
7: 2014-CG-003	-2.9	162	-164.78	-0.02	6.28	1.10	5.18	0.023	< 0.005
8: 2014-CG-004	-3.2	0.31	-3.51	-10.32	0.028	0.03	< 0.01	0.032	0.010
9: 2014-CG-005	0.10	1.88	-1.78	0.05	0.099	0.04	0.06	0.026	< 0.005
10: 2014-CG-006	0.0	1.56	-1.56	0.00	0.067	0.02	0.05	0.027	< 0.005
11: 2014-CG-007	-1.8	13.1	-14.92	-0.14	0.427	< 0.01	0.42	0.030	< 0.005
12: 2014-CG-008	-2.0	7.19	-9.19	-0.28	0.234	< 0.01	0.23	0.017	< 0.005
13: 2014-CG-009	-0.9	0.94	-1.84	-0.96	0.077	0.05	0.03	0.028	< 0.005
14: 2014-CG-010	-9.7	127	-136.89	-0.08	4.70	0.63	4.07	0.038	0.010
15: 2014-CG-012	-1.2	1.25	-2.45	-0.96	0.053	0.01	0.04	0.037	< 0.005
16: 2014-CG-013	-1.6	7.81	-9.41	-0.20	0.312	0.06	0.25	0.085	< 0.005
17: 2014-CG-014	-8.2	65.6	-73.82	-0.12	2.28	0.18	2.10	0.036	< 0.005
18: 2014-CG-015	25	282	-256.96	0.09	9.28	0.27	9.01	0.331	0.894
19: 2014-CG-016	-3.3	233	-236.11	-0.01	7.41	< 0.01	7.45	0.419	< 0.005
20: 2014-CG-017	127	0.94	126	135	0.040	0.01	0.03	1.84	8.14

Dat orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s m/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avail upon request.)
Test method information available upon request. "Tc erature Upon Receipt" is representa the whole shipment a ay not reflect the temperature of Individual samples.

Online LIMS

00001784497

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report : CA12272-MAY14

Sample ID	NP t CaCO3/1000 t	AP t CaCO3/1000 t	Net NP t CaCO3/1000 t	NP/AP ratio	Sulphur (total) %	Acid Leachable SO4-S %	Sulphide %	Carbon (total) %	Carbonate %
21: 2014-CG-018	-5.4	0.31	-5.71	-17.42	0.027	0.03	< 0.01	0.027	0.015
22: 2014-CG-019	-3.1	0.62	-3.72	-4.96	0.063	0.04	0.02	0.055	0.010
23: 2014-CG-020	-5.0	0.31	-5.31	-16.13	0.024	0.02	< 0.01	0.037	< 0.005
24: 2014-CG-021	144	157	-13.06	0.92	4.79	< 0.01	5.01	2.41	7.68
25: 2014-CG-022	-10.6	273	-284.04	-0.04	8.78	0.03	8.75	0.020	< 0.005
26: 2014-CG-023	1.6	7.50	-5.90	0.21	0.270	0.03	0.24	0.018	< 0.005
27: 2014-CG-024	-6.4	6.88	-13.28	-0.93	0.280	0.06	0.22	0.053	0.015
28: 2014-CG-025	-4.4	480	-484.40	-0.01	14.8	< 0.01	15.4	0.069	0.100
29: 2014-CG-026	27	177	-149.46	0.15	5.67	0.02	5.65	0.543	1.42
30: 2014-CG-028	5.6	22.2	-16.59	0.25	0.749	0.04	0.71	0.066	< 0.005
31: 2014-CG-029	49	15.9	33.0	3.07	0.537	0.03	0.51	0.604	2.31
32: 2014-CG-031	-2.4	46.6	-48.96	-0.05	1.73	0.24	1.49	0.027	0.010
33: 2014-CG-032	6.0	14.4	-8.38	0.42	0.495	0.04	0.46	0.650	0.030
34: 2014-CG-033	-9.6	51.6	-61.16	-0.19	1.98	0.33	1.65	0.024	0.015
35: 2014-CG-034	-3.1	0.31	-3.41	-9.92	0.015	< 0.01	0.01	0.016	< 0.005
36: 2014-CG-035	-2.8	14.1	-16.86	-0.20	0.483	0.03	0.45	0.129	< 0.005
37: 2014-CG-036	-4.3	0.31	-4.61	-13.76	0.010	< 0.01	0.01	0.022	< 0.005
38: 2014-CG-038	3.3	0.62	2.68	5.28	0.031	0.01	0.02	0.211	0.020
39: 2014-CG-039	-2.6	0.31	-2.91	-8.39	0.019	0.02	< 0.01	0.081	0.010
40: 2014-CG-040	-2.2	0.31	-2.51	-7.10	0.022	0.02	< 0.01	0.023	< 0.005
41: 2014-CG-041	0.10	11.6	-11.46	0.01	0.435	0.06	0.37	0.024	< 0.005
42: 2014-CG-042	2.4	1.25	1.15	1.92	0.058	0.02	0.04	0.052	0.075
43: 2014-CG-043	-0.3	1.88	-2.18	-0.16	0.077	0.02	0.06	0.032	< 0.005
44: 2014-CG-044	-0.8	37.5	-38.30	-0.02	1.31	0.11	1.20	0.015	< 0.005
45: 2014-CG-045	-0.5	0.62	-1.12	-0.80	0.036	0.02	0.02	0.124	0.030
46: 2014-CG-046	-0.2	28.4	-28.64	-0.01	0.765	< 0.01	0.91	0.041	0.090
47: 2014-CG-047	-2.7	Error!	Error!	Error!	< 0.005	< 0.01	< 0.01	0.018	< 0.005
48: 2014-CG-048	0.0	1.56	-1.56	0.00	0.060	0.01	0.05	0.025	< 0.005
49: 2014-CG-049	-0.2	0.31	-0.51	-0.64	0.025	0.02	0.01	0.043	< 0.005
50: 2014-CG-050	30	0.31	29.8	96.3	0.024	0.01	0.01	0.446	1.73

OnLine LIMS

0000178497

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4352
1353

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report : **CA12272-MAY14**

*NP (Neutralization Potential)

$$= \frac{50 \times (\text{N of HCL} \times \text{Total HCL added} - \text{N NaOH} \times \text{NaOH added})}{\text{Weight of Sample}}$$

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25
*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP
NP/AP Ratio = NP/AP
*Results expressed as tonnes CaCO3 equivalent/1000 tonnes of material
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00001784497

Dat[illegible]rted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s[illegible]n/terms_and_conditions_service.h[illegible] rinted copies are avail[illegible] upon request.)
Test method information available upon request. "Te[illegible]erature Upon Receipt" is representa[illegible] the whole shipment a[illegible] ay not reflect the temperature of individual samples.

~~1353~~
1354

ABA - Modified Sobek

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

13-June-2014

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

Date Rec. : 28 May 2014
LR Report: **CA13893-MAY14**
Reference: Project:1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-053	6: 2014-CG-054	7: 2014-CG-055	8: 2014-CG-056	9: 2014-CG-057
Sample Date & Time			Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Paste pH	11-Jun-14	09:25	5.63	2.69	4.77	2.47	5.99
Fizz Rate [---]	11-Jun-14	09:25	2	2	3	2	3
Sample weight [g]	11-Jun-14	09:25	1.96	1.99	2.00	2.00	2.01
HCl added [mL]	11-Jun-14	09:25	20.00	20.00	39.00	20.00	65.80
HCl [Normality]	11-Jun-14	09:25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH [Normality]	11-Jun-14	09:25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
NaOH to [pH=8.3 mL]	11-Jun-14	09:25	19.53	24.02	19.38	23.47	30.78
Final pH	11-Jun-14	09:25	1.06	1.09	1.55	1.07	1.58
NP [t CaCO3/1000 t]	11-Jun-14	09:25	1.2	-10.1	49	-8.7	87
AP [t CaCO3/1000 t]	---	---	9.69	302	148	226	136
Net NP [t CaCO3/1000 t]	---	---	-8.49	-312	-99.1	-235	-48.8
NP/AP [ratio]	---	---	0.12	-0.03	0.33	-0.04	0.64
Sulphur (total) [%]	12-Jun-14	08:30	0.314	18.6	7.70	15.6	5.70
Acid Leachable SO4-S [%]	---	---	< 0.01	8.94	2.96	8.36	1.35
Sulphide [%]	12-Jun-14	08:29	0.31	9.67	4.74	7.23	4.35
Carbon (total) [%]	12-Jun-14	15:21	0.073	0.144	0.796	0.026	1.22
Carbonate [%]	12-Jun-14	15:21	0.040	0.280	3.15	0.010	4.86

OnLine LIM'

00001819359

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA13893-MAY14**

*NP (Neutralization Potential)

$$= 50 \times \frac{(\text{N of HCL} \times \text{Total HCL added} - \text{N NaOH} \times \text{NaOH added})}{\text{Weight of Sample}}$$

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25
*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP
NP/AP Ratio = NP/AP
*Results expressed as tonnes CaCO3 equivalent/1000 tonnes of material
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00001816159

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

~~1354~~
1355

NAG Test

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

13-June-2014

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

Date Rec. : 08 May 2014
LR Report: **CA12274-MAY14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Sample ID	Sample weight g	Vol H2O2 mL	Final pH	NaOH Normality	Vol NaOH to PH 4.5 mL	Vol NaOH to PH 7.0 mL	NAG (pH 4.5) kg H2SO4/tonne	NAG (pH 7.0) kg H2SO4/tonne
3: Analysis Approval Date	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14	13-Jun-14
4: Analysis Approval Time	14:26	14:26	14:26	14:26	14:26	14:26	14:26	14:26
5: 2014-CG-001	1.5	150	2.22	0.10	15.78	19.75	52	64
6: 2014-CG-002	1.5	150	3.81	0.10	0.97	1.34	3.2	4.4
7: 2014-CG-003	1.5	150	2.32	0.10	10.83	14.96	35	49
8: 2014-CG-004	1.5	150	5.44	0.10	0.00	1.24	0.0	4.1
9: 2014-CG-005	1.5	150	4.53	0.10	0.00	1.14	0.0	3.7
10: 2014-CG-006	1.5	150	4.77	0.10	0.00	1.67	0.0	5.5
11: 2014-CG-007	1.5	150	2.99	0.10	1.85	2.54	6.0	8.3
12: 2014-CG-008	1.5	150	3.23	0.10	0.78	1.52	2.5	5.0
13: 2014-CG-009	1.5	150	4.56	0.10	0.00	1.33	0.0	4.3
14: 2014-CG-010	1.5	150	2.05	0.10	22.76	24.68	26	81
15: 2014-CG-012	1.5	150	4.64	0.10	0.00	1.96	0.0	6.4
16: 2014-CG-013	1.5	150	4.44	0.10	0.20	1.02	0.7	3.3
17: 2014-CG-014	1.5	150	2.24	0.10	12.64	15.08	41	49
18: 2014-CG-015	1.5	150	1.81	0.10	43.07	47.70	141	156
19: 2014-CG-016	1.5	150	2.03	0.10	24.79	29.65	81	97
20: 2014-CG-017	1.5	150	9.37	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0
21: 2014-CG-018	1.5	150	5.53	0.10	0.00	2.48	0.0	8.1
22: 2014-CG-019	1.5	150	4.21	0.10	0.30	0.97	1.0	3.2
23: 2014-CG-020	1.5	150	5.37	0.10	0.00	1.17	0.0	3.8
24: 2014-CG-021	1.5	150	8.59	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0
25: 2014-CG-022	1.5	150	1.87	0.10	35.29	40.22	115	131
26: 2014-CG-023	1.5	150	3.77	0.10	0.40	1.62	1.3	5.3
27: 2014-CG-024	1.5	150	3.16	0.10	1.84	3.10	6.0	10
28: 2014-CG-025	1.5	150	2.13	0.10	19.03	25.66	62	84
29: 2014-CG-026	1.5	150	2.13	0.10	19.21	22.92	63	75
30: 2014-CG-028	1.5	150	3.28	0.10	2.13	4.68	7.0	15
31: 2014-CG-029	1.5	150	10.63	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0
32: 2014-CG-031	1.5	150	2.32	0.10	10.83	12.26	35	40
33: 2014-CG-032	1.5	150	3.89	0.10	0.57	1.23	1.9	4.0
34: 2014-CG-033	1.5	150	2.47	0.10	7.39	11.19	24	37

OnLine LIM

00010182975

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS

NAG Test

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : **CA12274-MAY14**

Sample ID	Sample weight g	Vol H2O2 mL	Final pH	NaOH Normality	Vol NaOH to PH 4.5 mL	Vol NaOH to PH 7.0 mL	NAG (pH 4.5) kg H2SO4/tonne	NAG (pH 7.0) kg H2SO4/tonne
35: 2014-CG-034	1.5	150	6.22	0.10	0.00	0.20	0.0	0.7
36: 2014-CG-035	1.5	150	3.03	0.10	1.79	3.99	5.8	13
37: 2014-CG-036	1.5	150	5.77	0.10	0.00	0.39	0.0	1.3
38: 2014-CG-038	1.5	150	7.17	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0
39: 2014-CG-039	1.5	150	5.75	0.10	0.00	0.31	0.0	1.0
40: 2014-CG-040	1.5	150	5.75	0.10	0.00	0.42	0.0	1.4
41: 2014-CG-041	1.5	150	5.52	0.10	0.00	0.22	0.0	0.7
42: 2014-CG-042	1.5	150	7.53	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0
43: 2014-CG-043	1.5	150	5.59	0.10	0.00	0.39	0.0	1.3
44: 2014-CG-044	1.5	150	2.35	0.10	8.14	9.25	27	30
45: 2014-CG-045	1.5	150	5.14	0.10	0.00	0.81	0.0	2.6
46: 2014-CG-046	1.5	150	2.59	0.10	5.60	5.91	18	19
47: 2014-CG-047	1.5	150	5.74	0.10	0.00	0.19	0.0	0.6
48: 2014-CG-048	1.5	150	4.89	0.10	0.00	0.65	0.0	2.1
49: 2014-CG-049	1.5	150	5.20	0.10	0.00	0.38	0.0	1.2
50: 2014-CG-050	1.5	150	9.70	0.10	0.00	0.00	0.0	0.0

NAG = (49 x Vol. of base x N of base)/sample weight
kg H2S04/tonne

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

00010182975

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

~~4355~~
1356

NAG Test

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

13-June-2014

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

Date Rec. : 28 May 2014
LR Report: **CA13895-MAY14**
Reference: Project:1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-053	6: 2014-CG-054	7: 2014-CG-055	8: 2014-CG-056	9: 2014-CG-057
Sample Date & Time			Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Sample weight [g]	11-Jun-14	14:56	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Vol H2O2 [mL]	11-Jun-14	14:56	150	150	150	150	150
Final pH	11-Jun-14	14:56	5.56	1.87	2.36	1.83	3.04
NaOH [Normality]	11-Jun-14	14:56	0.10	0.10	0.10	0.50	0.10
Vol NaOH to PH 4.5 [mL]	11-Jun-14	14:56	0.00	37.75	13.15	6.70	3.66
Vol NaOH to PH 7.0 [mL]	11-Jun-14	14:56	1.51	41.18	15.08	8.00	4.99
NAG (pH 4.5) [kg H2SO4/tonne]	11-Jun-14	14:56	0.0	124	44	107	12
NAG (pH 7.0) [kg H2SO4/tonne]	11-Jun-14	14:56	5.0	135	50	127	17

NAG = (49 x Vol. of base x N of base)/sample weight
kg H2SO4/tonne

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIM

00001819356

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

Modified SPLP at 4:1 ratio-Fluid #1

20-June-2014

Date Rec. : 13 June 2014
LR Report: **CA13385-JUN14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-012	6: 2014-CG-025	7: 2014-CG-031	8: 2014-CG-035	9: 2014-CG-036	10: 2014-CG-039	11: 2014-CG-041
Sample Date & Time			Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Sample weight [g]	17-Jun-14	15:41	200	200	200	200	200	200	200
Ext Fluid [#1 or #2]	17-Jun-14	15:41	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ext Volume [mL]	17-Jun-14	15:41	800	800	800	800	800	800	800
Initial pH	17-Jun-14	15:41	4.43	3.20	3.55	4.40	5.29	5.10	5.16
Final pH	17-Jun-14	15:41	5.01	3.29	3.31	4.45	5.25	5.09	5.40
pH [no unit]	18-Jun-14	11:08	8.54	4.04	4.45	8.26	9.28	8.96	8.57
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	18-Jun-14	11:08	12	< 2	< 2	22	20	25	8
Acidity [mg/L as CaCO3]	18-Jun-14	11:08	< 2	423	178	< 2	< 2	< 2	< 2
Conductivity [µS/cm]	18-Jun-14	11:08	43	2410	517	159	52	63	48
Chloride [mg/L]	19-Jun-14	15:59	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2.5	< 2
Sulphate [mg/L]	20-Jun-14	10:41	5.9	1500	280	48	4.8	2.0	11
Hardness [mg/L as CaCO3]	19-Jun-14	16:26	2.5	1220	51.5	29.8	1.0	2.8	2.6
Mercury [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.00010	< 0.00001	0.00004	< 0.00001	0.00002	< 0.00001	< 0.00001
Aluminum [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.0082	11.6	36.6	0.0716	0.0386	0.144	0.0133
Arsenic [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.0120	0.0020	0.0006	0.0015	0.0013	0.0005	< 0.0002
Silver [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.000019	< 0.000002	0.000010	0.000003	0.000002	< 0.000002	< 0.000002
Barium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.208	0.106	0.129	0.0481	0.00270	0.00833	0.0908
Beryllium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	< 0.000007	0.016321	0.000696	0.000255	0.000012	< 0.000007	< 0.000007
Boron [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.0760	0.469	0.681	0.224	0.121	0.141	0.0612
Bismuth [mg/L]	20-Jun-14	13:48	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007

Data ·orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sc n/terms_and_conditions_service.ht 'rinted copies are availa' ıpon request.)
Test method information available upon request. "Te /ature Upon Receipt" is representa the whole shipment a: ıy not reflect the temperature of individual samples.

OnLine LIMS

00001897699

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified SPLP at 4:1 ratio-Fluid #1

LR Report : **CA13385-JUN14**

Analysis	3: Analysis Approval Date	4: Analysis Approval Time	5: 2014-CG-012	6: 2014-CG-025	7: 2014-CG-031	8: 2014-CG-035	9: 2014-CG-036	10: 2014-CG-039	11: 2014-CG-041
Calcium [mg/L]	19-Jun-14	15:54	0.77	291	7.09	1.42	0.27	0.50	0.74
Cadmium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	< 0.000003	0.0407	0.00103	0.00241	0.000037	0.000016	0.000007
Cobalt [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.000415	0.488	0.143	0.01850	0.00106	0.00275	0.00101
Chromium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00058	0.0539	0.0301	0.00100	0.00184	0.00096	0.00031
Copper [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.00151	70.9	6.52	0.254	0.0082	0.0433	0.0176
Iron [mg/L]	19-Jun-14	15:49	0.337	133	7.52	0.060	0.030	0.087	0.087
Potassium [mg/L]	19-Jun-14	15:49	0.321	8.15	6.16	7.51	1.99	3.46	1.77
Lithium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.0254	0.0222	0.00689	0.0194	0.00242	0.00345	0.00866
Magnesium [mg/L]	19-Jun-14	15:49	0.154	119	8.22	6.38	0.086	0.378	0.176
Manganese [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.0578	3.65	2.09	0.299	0.0136	0.0754	0.0166
Molybdenum [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00003	< 0.00001	0.00002	0.00002	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Nickel [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.0026	0.359	0.0977	0.0114	0.0009	0.0007	0.0007
Lead [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00047	0.01698	0.01272	0.00031	0.00012	0.00025	0.00003
Antimony [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.0003	< 0.0002	0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Selenium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.004	0.007	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002
Tin [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00007	< 0.00001	0.00007	0.00002	0.00003	0.00006	0.00002
Strontium [mg/L]	19-Jun-14	09:59	0.0596	0.224	0.103	0.0044	0.0004	0.0010	0.128
Titanium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00060	0.00020	0.00062	0.00045	0.00045	0.00079	0.00036
Thallium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.000049	0.000073	0.000217	0.000078	0.000021	0.000237	0.000018
Uranium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.000027	0.00765	0.00193	0.000079	0.000013	0.000013	0.000002
Vanadium [mg/L]	20-Jun-14	13:48	0.00005	0.00185	0.00060	0.00036	0.00019	0.00025	0.00003
Tungsten [mg/L]	20-Jun-14	13:48	< 0.00002	< 0.00002	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Yttrium [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.000005	0.00321	0.0569	0.000399	0.000126	0.000081	0.000036
Zinc [mg/L]	20-Jun-14	14:43	0.014	6.91	0.593	0.153	0.006	0.011	0.006

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

OnLine LIMS

0000018769

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4356
1357

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Golder Associates Limited
Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2,

Phone: 905-567-4444
Fax:905-567-0166

Modified SPLP at 4:1 ratio-Fluid #1

20-June-2014

Date Rec. : 13 June 2014
LR Report: **CA13385-JUN14**
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS
Final Report

Analysis	12: 2014-CG-046	13: 2014-CG-048	14: 2014-CG-050	15: 2014-CG-053	16: 2014-CG-054	17: 2014-CG-055	18: 2014-CG-056	19: 2014-CG-057
Sample Date & Time	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A	Date:N/A
Sample weight [g]	200	200	200	200	200	200	200	200
Ext Fluid [#1 or #2]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ext Volume [mL]	800	800	800	800	800	800	800	800
Initial pH	3.35	4.69	8.91	4.34	3.02	4.91	2.86	7.36
Final pH	3.83	5.22	8.45	4.57	4.14	6.53	2.74	7.56
pH [no unit]	4.75	9.69	9.06	8.29	4.53	7.93	2.97	8.41
Alkalinity [mg/L as CaCO3]	< 2	23	71	12	< 2	195	< 2	111
Acidity [mg/L as CaCO3]	88	< 2	< 2	< 2	458	< 2	778	< 2
Conductivity [µS/cm]	839	48	166	107	2450	3740	2250	1622
Chloride [mg/L]	2.6	< 2	3.3	< 2	< 2	4.6	< 2	< 2
Sulphate [mg/L]	440	2.6	5.9	24	1600	2400	1100	830
Hardness [mg/L as CaCO3]	319	1.3	60.2	19.5	1260	2840	421	977
Mercury [mg/L]	0.00001	0.00003	0.00011	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Aluminum [mg/L]	4.88	0.0235	0.291	0.0245	25.4	0.0467	34.8	0.0868
Arsenic [mg/L]	0.0007	0.0003	0.0003	0.0004	0.0006	0.0012	0.0222	0.0006
Silver [mg/L]	0.000157	0.000002	< 0.000002	< 0.000002	< 0.000002	0.000012	< 0.000002	< 0.000002
Barium [mg/L]	0.0760	0.00390	0.327	0.0725	0.0565	0.0817	0.0833	0.0436
Beryllium [mg/L]	0.000582	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	0.00426	< 0.000007	0.00755	< 0.000007
Boron [mg/L]	0.147	0.0960	0.0748	0.101	0.151	0.144	0.241	0.0695
Bismuth [mg/L]	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	< 0.000007	0.000013	< 0.000007	< 0.000007

SMTLine0

0000187672

Data orted represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.s n/terms_and_conditions_service.h rinted copies are avail ipon request.)
Test method information available upon request. "Te rature Upon Receipt" is representa the whole shipment a y not reflect the temperature of individual samples.

SGS Canada Inc.
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2HO
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified SPLP at 4:1 ratio-Fluid #1

LR Report : **CA13385-JUN14**

Analysis	12: 2014-CG-046	13: 2014-CG-048	14: 2014-CG-050	15: 2014-CG-053	16: 2014-CG-054	17: 2014-CG-055	18: 2014-CG-056	19: 2014-CG-057
Calcium [mg/L]	88.1	0.34	19.0	5.78	352	542	147	261
Cadmium [mg/L]	0.0275	0.000124	0.000041	0.000096	0.0270	0.000444	0.0164	0.000032
Cobalt [mg/L]	1.10	0.000415	0.000855	0.00299	0.338	1.19	0.218	0.00109
Chromium [mg/L]	0.00394	0.00078	0.00465	0.00046	0.00602	0.00064	0.105	0.00082
Copper [mg/L]	8.81	0.00175	0.00257	0.00525	1.95	0.00353	3.23	0.0024
Iron [mg/L]	16.4	0.122	0.318	0.063	156	0.053	234	0.095
Potassium [mg/L]	9.57	0.463	4.98	0.341	1.81	4.80	1.89	3.27
Lithium [mg/L]	0.0348	0.00625	0.00793	0.00894	0.0487	0.0100	0.0274	0.00281
Magnesium [mg/L]	24.0	0.120	3.09	1.23	91.4	362	13.2	79.0
Manganese [mg/L]	19.9	0.0174	0.0109	0.0184	4.59	11.2	0.429	0.202
Molybdenum [mg/L]	0.00003	0.00002	0.00021	< 0.00001	< 0.00001	0.00024	0.00227	0.00183
Nickel [mg/L]	0.347	0.0019	0.0014	0.0039	0.210	0.210	0.178	0.0012
Lead [mg/L]	0.00551	0.00013	0.00010	0.00012	0.00171	0.00008	0.00404	0.00010
Antimony [mg/L]	< 0.0002	< 0.0002	0.0003	< 0.0002	< 0.0002	0.0005	< 0.0002	0.0008
Selenium [mg/L]	0.008	< 0.001	< 0.001	0.003	0.002	0.039	0.004	0.005
Tin [mg/L]	0.00003	0.00002	0.00006	0.00004	< 0.00001	0.00005	0.00022	0.00003
Strontium [mg/L]	0.159	0.0104	0.0166	0.123	0.343	0.406	0.274	0.130
Titanium [mg/L]	0.00033	0.00042	0.00381	0.00022	0.00009	0.00050	0.00036	0.00086
Thallium [mg/L]	0.0297	0.000166	0.000097	0.000128	0.000103	0.000024	0.000149	0.000032
Uranium [mg/L]	0.00140	0.000011	0.000081	0.000008	0.00145	0.000141	0.00257	0.000300
Vanadium [mg/L]	< 0.00001	0.00013	0.00358	0.00003	< 0.00001	0.00024	0.255	0.00052
Tungsten [mg/L]	< 0.00002	< 0.00002	0.00125	< 0.00002	< 0.00002	0.00194	< 0.00002	< 0.00002
Yttrium [mg/L]	0.00713	0.000043	0.000046	0.000019	0.0330	0.000079	0.0340	0.000022
Zinc [mg/L]	1.07	0.006	0.015	0.008	5.18	0.008	5.12	0.005

Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

SMT une ONuo

0000187672

Data reported represents the sample submitted to SGS. Reproduction of this analytical report in full or in part is prohibited without prior written approval. Please refer to SGS General Conditions of Services located at http://www.sgs.com/terms_and_conditions_service.htm. (Printed copies are available upon request.)
Test method information available upon request. "Temperature Upon Receipt" is representative of the whole shipment and may not reflect the temperature of individual samples.

4357
1359

APÉNDICE B

Datos Históricos

CUADRO 2-5
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO DEL MATERIAL ESTERIL Y DEL TAJO REALIZADO EN 1993
PROYECTO CERRO QUEMA
(Análisis realizado por los Laboratorios Core)

Tipo de Roca/ Pozo Perforado	Muestra No.	(*)	Tipo de Muestra	S Total %	Peróxido S %	APP_{tot} (3)	APP_{perox} (4)	ANP (5)	$NANP_{tot}$ (6)	$NANP_{perox}$ (7)	$\frac{ANP}{APP_{tot}}$	$\frac{ANP}{APP_{perox}}$
1. Silica												
PRH-92-72 (70-80m)	E 1306		Estéril	0.12	<0.01	3.8	<0.3	<0.1	-3.7	-0.2	<0.03	<0.3>
PRH-92-81 (40-50m)	E 1319		Estéril	0.15	<0.01	4.7	<0.3	<0.1	-4.6	-0.2	<0.02	<0.3>
PRH-92-83 (24-34m)	E 1322		Estéril	0.09	<0.01	2.8	<0.3	<0.1	-2.7	-0.2	<0.04	<0.3>
Promedio				**0.12**	**<0.01**	**3.8**	**<0.3**	**<0.1**	**-3.7**	**-0.2**	**<0.03**	**<0.3>**
2. Silica-Arcilla												
PRH-92-69 (51-61m)	E 1304		Estéril	0.07	0.03	2.2	0.9	<0.1	-2.1	-0.8	<0.05	<0.1
PRH-92-75 (42-51m)	E 1311		Pared**	1.39	1.14	43.4	35.6	<0.1	-43	-35	<0.002	<0.003
Promedio				**0.73**	**0.59**	**22.8**	**18.2**	**<0.1**	**-23**	**-18**	**<0.03**	**0.006**
3. Arcilla en Caja Techo												
PRH-92-68 (53-60m)	E 1303		Suelo**	<0.01	<0.01	<0.3	<0.3	<0.1	-0.2	-0.2	<0.3>	<0.3
PRH-92-72 (5-15m)	E 1308	*	Estéril	0.04	0.03	1.2	0.9	<0.1	-1.1	-0.8	<0.03	<0.1
PRH-92-89 (10-20m)	E 1330		Estéril	0.08	<0.01	2.5	<0.3	<0.1	-2.4	-0.2	<0.04	<0.3>
Promedio				**0.04**	**<0.02**	**1.2**	**<0.5**	**<0.1**	**-1.1**	**-0.4**	**<0.08**	**<0.2>**
4. Roca Fresca												
Meteorizada	E 1310	*	Pared**	<0.01	<0.01	<0.3	<0.3	<0.1	-0.2	-0.2	<0.3>	<0.3>
PRH-92-74 (32-42m)	E 1323		Suelo**	0.55	0.48	17.2	15.0	<0.1	-17	-15	<0.006	<0.007
PRH-92-83 (46-51m)	E 1332	*	Estéril	<0.01	<0.01	<0.3	<0.3	<0.1	-0.2	-0.2	0.3>	<0.3>
PRH-92-91 (4-14m)												
Promedio				**0.19**	**0.17**	**<5.9**	**<5.2**	**<0.1**	**-5.8**	**-5.1**	**<0.2>**	**<0.02>**
5. Silica-Arcilla sobre Arcilla con Pirita												
PRH-92-75 (51-54m)	E 1312		Pared**	3.11	0.85	97.2	26.6	<0.1	-97	-26	<0.001	<0.004
PRH-92-75 (63-67m)	E 1313		Pared**	1.92	0.93	60.0	29.1	<0.1	-60	-29	<0.002	<0.003
PRH-92-91 (58-66m)	E 1331		Estéril	3.32	1.93	104	60.3	<0.1	-104	-60	<0.001	<0.002
Promedio				**2.78**	**1.24**	**87.1**	**38.7**	**<0.1**	**-87**	**-39**	**<0.001**	**<0.003**

Knight Piésold

CUADRO 2-5
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO DEL MATERIAL ESTERIL Y DEL TAJO REALIZADO EN 1993
PROYECTO CERRO QUEMA
(Análisis realizado por los Laboratorios Core)

6. Caja Techo con Arcilla-Pirita												
PRH-92-79 (82-92m)	E 1317		Base**	5.79	2.61	181	81.6	<0.1	-181	-82	<0.0006	<0.001
PRH-92-104 (30-40m)	E 1339		Base**	4.09	1.38	128	43.1	<0.1	-128	-43	<0.0008	<0.002
PRH-92-105 (16-26m)	E 1340		Base**	4.20	1.05	131	32.8	<0.1	-131	-33	<0.0008	<0.003
Promedio				**4.69**	**1.68**	**147**	**52.5**	**<0.1**	**-147**	**-52**	**<0.0007**	**<0.002**
7. Caja Techo con Silica-Pirita												
a. Grado Alto												
PRH-92-77 (143-148m)	E 1314		Piso**	15.5	4.41	484	138	<0.1	-484	-138	<0.0002	<0.007
PRH-92-80 (103-110m)	E 1318		Piso**	14.6	4.41	456	138	<0.1	-456	-138	<0.0002	<0.007
PRH-92-85 (135-140m)	E 1324		Piso**	13.7	2.10	428	65.6	<0.1	-428	-66	<0.0002	<0.002
Promedio				**14.6**	**3.64**	**456**	**114**	**<0.1**	**-456**	**-114**	**<0.0002**	**<0.0009**
	E 1307		Piso**	10.9	2.28	341	71.2	<0.1	-341	-71	<0.003	<0.001
	E 1320		Piso**	7.63	2.68	238	83.8	9.0	-229	-75	0.04	0.11
	E 1337		Piso**	5.52	0.59	172	18.4	<0.1	-172	-18	0.0006	<0.005
				8.02	**1.85**	**250**	**57.8**	**<3.1**	**-247**	**-58**	**<0.01**	**0.05**
b. Grado Bajo												
PRH-92-71 (93-97m)												
PRH-92-81 (79-88m)												
PRH-92-101 (54-64m)												
Promedio												

Nota:
(*) indica muestras de material estéril que se encontraron dentro de los límites proyectados de los tajos del proyecto de acuerdo a los cálculos de Datamine
** Se refiere a diferentes localizaciones en el tajo
< xxx > indica "mayor que o menor que"
(1) S TOTAL = Sulfuro total de acuerdo al método ASTM D4239-85 LECO de Sulfuros
(2) PEROXIDO S = Peróxido-Sulfuro extraible, por Sobek et al. (1978)
(3) APP_{tot} = Potencial de Producción de Acido en el total de sulfuros
(4) APP_{perox} = Potencial de Producción de Acido basado en peróxido-sulfuro extraible
(5) ANP = Potencial de Neutralización de Acido, por Sobek et al. (1978) Método 3.2.3
(6) $NANP_{total}$ = ANP-APP_{tot}
(7) $NANP_{perox}$ = ANP - APP_{perox}

CUADRO 2.6
PROYECTO CERRO QUEMA
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO REALIZADOS EN 1994

Pozo No.	Número de Muestra	(*)	Profundidad (m)	Pasta pH	NAG pH (blanco=3.8	S Total (peso %)	Sulfuro S (peso %)	APP(tot) (tons/kton)	APP(py) (tons/kton)	ANP (tons/kton)	ANP(tot) Neto (ANP-APP(tot))	ANP(py) Neto (ANP-APP(py))	ANP/APP(tot)	ANP/APP(py)
Silica														
94-150	37908		52.5	4.66	3.7	0.04		1.3	0.0	0	-1.3	0.0	0.0	
94-162	38709	*	81	4.54	3.6	0.1		3.1	0.0	-0.2	-3.3	-0.2	-0.1	
94-179	43413	*	18	6.86	4.1	0.05		1.6	0.0	-0.8	-2.4		-0.5	
94-201	4745	*	19.5	6.2	3.3	0.07		2.2	0.0	-0.3	-2.5		-0.1	
Silica-Arcilla														
94-120	2030		42	4.98	4.3	0.23	0.1	7.2	3.1	-1.9	-9.1	-5.0	-0.3	-0.6
94-126	2691	*	27	4.93	2.9	0.19		5.9	0.0	-0.3	-6.2		-0.1	
94-134	3189		27	5.07	3.4	0.18		5.6	0.0	0.8	-4.8		0.1	
94-137	3350		19.5	5.33	3.5	0.05		1.6	0.0	-0.7	-2.3	-0.7	-0.4	
94-139	3450	*	22.5	4.9	3.7	0.18		5.6	0.0	0.3	-5.3	0.3	0.1	
94-141	3538	*	22.5	5.06	3.7	0.12		3.8	0.0	0.3	-3.5	0.3	0.1	
94-148	37775		33.5	4.4	3.7	0.37	0.33	11.6	10.3	0.3	-11.3	-10.0	0.0	0.0
94-157	38503		4.5	4.7	3.6	0.12		3.8	0.0	0.8	-3.0	0.8	0.2	
94-159	38610	*	15	4.47	3.7	0.11		3.4	0.0	1	-2.4	1.0	0.3	
94-164	42112	*	16.5	4.75	3.5	0.09		2.8	0.0	1	-1.8	1.0	0.4	
94-166	43269	*	25.5	4.7	4.2	0.05		1.6	0.0	-3.2	-4.8	-3.2	-2.0	
94-168	43054		76.5	4.72	3.7	0.11		3.4	0.0	0	-3.4	0.0	0.0	
94-176	42709	*	69	5.07	4.1	0.08		2.5	0.0	-1.8	-4.3		-0.7	
94-181	43217		24	4.9	4.2	0.06		1.9	0.0	-2.5	-4.4		-1.3	
94-197	4602		57	5.19	3.9	0.06		1.9	0.0	-1	-2.9		-0.5	
94-200	4705		7.5	5.08	4.2	0.05		1.6	0.0	0.4	-1.2		0.3	
94-203	4839		27	4.17	2.8	0.23	0.1	7.2	3.1	-4.4	-11.6	-7.5	-0.6	-1.4
94-211	1795	*	21	4.34	1.9	7.4	7.14	231.3	223.1	-2.5	-233.8	-225.6	0.0	0.0
Arcilla en Caja Techo														
94-126	2681	*	12	5.51	3.2	0.03		0.9	0.0	-0.9	-1.8		-1.0	
94-128	2959		10.5	4.95	3	0.08		2.5	0.0	0	-2.5	0.0	0.0	
94-163	42022	*	30	5.57	3.8	0.08		2.5	0.0	-1	-3.5	-1.0	-0.4	
94-189	4206		9	4.98	3.8	0.07		2.2	0.0	-5.8	-8.0		-2.7	
94-207	1397		24	4.82	2.1	9.57	9.54	299.1	298.1	-2.5	-301.6	-300.6	0.0	0.0
94-211	1799	*	27	4.48	2	5.37	5.25	167.8	164.1	-2	-169.8	-166.1	0.0	0.0

CUADRO 2.6
PROYECTO CERRO QUEMA
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO REALIZADOS EN 1994

Pozo No.	Número de Muestra	(*)	Profundidad (m)	Pasta pH	NAG pH (blanco=3.8	S Total (peso %)	Sulfuro S (peso %)	APT(tot) (tons/kton)	APP(py) (tons/kton)	ANP (tons/kton)	ANP(tot) Neto (ANP-APP(tot))	ANP(py) Neto (ANP-APP(py))	ANP/APP(tot)	ANP/APP(py)
Roca Fresca Meteorizada														
94-121	2126	*	36	7.32	4.5	0.16		5.0	0.0	2.5	-2.5	2.5	0.5	
94-126	2676	*	6	5.56	3.1	0.05		1.6	0.0	2.2	0.6		1.4	
94-134	3187		24	5.45	2.9	0.06		1.9	0.0	0.6	-1.3		0.3	
94-135	3221	*	27	5.24	3.7	0.07		2.2	0.0	-0.5	-2.7	-0.5	-0.2	
94-143	3808	*	10.5	5.19	2.9	0.55	0.48	17.2	15.0	-0.7	-17.9	-15.7	0.0	0.0
94-153	38254	*	6	5.19	3.8	0.03		0.9	0.0	0.3	-0.6	0.3	0.3	
94-157	38511		15	5.08	3.7	0.11		3.4	0.0	-0.2	-3.6	-0.2	-0.1	
94-160	38752		3	4.31	3.7	0.31	0.27	9.7	8.4	-0.2	-9.9	-8.6	0.0	0.0
94-163	42004	*	6	4.8	3.6	0.04		1.3	0.0	0.5	-0.8	0.5	0.4	
94-165	42202		3	4.81	3.6	0.13		4.1	0.0	-4.1	-8.2	-4.1	-1.0	
94-168	43003	*	4.5	4.38	3.5	0.25	0.13	7.8	4.1	0.3	-7.5	-3.8	0.0	0.1
94-170	42358	*	10.5	6.17	4.1	0.07		2.2	0.0	-0.1	-2.3		0.0	
94-187	4100	*	55.5	7.6	3.2	0.29	0.27	9.1	8.4	-4.1	-13.2	-12.5	-0.5	-0.5
94-197	4577	*	24	5.65	3	0.13		4.1	0.0	-1	-5.1		-0.2	
94-201	4743	*	16.5	6.15	3.8	0.07		2.2	0.0	-1	-3.2		-0.5	
94-213	1911	*	27	7.22	4.3	0.04		1.3	0.0	-0.1	-1.4		-0.1	
94-214	1977		36	7.13	4.4	0.36	0.23	11.3	7.2	1.4	-9.9		0.1	0.2
Silica-Arcilla sobre Arcilla con Pirita														
94-124	2603		129	3.58	2.3	9.43	9.26	294.7	289.4	-6.1	-300.8	-295.5	0.0	0.0
94-132	3129		66	3.79	2.6	0.86	0.68	26.9	21.3	-0.7	-27.6	-22.0	0.0	0.0
94-139	3462		39	5.18	4.1	0.02		0.6	0.0	-0.7	-1.3	-0.7	-1.1	
94-153	38266		21	5.17	3.8	0.08		2.5	0.0	-1	-3.5	-1.0	-0.4	
94-160	38770		27	4.17	3.6	0.19	0.1	5.9	3.1	0.8	-5.1	-2.3	0.1	0.3
94-164	42146	*	64.5	4.84	3.5	0.14		4.4	0.0	0.8	-3.6	0.8	0.2	
94-170	42404	*	75	4.73	1.9	5.71	5.61	178.4	175.3	-2.8	-181.2	-178.1	0.0	0.0
94-174	42910	*	15	6.19	4.1	0.04		1.3	0.0	-0.8	-2.1		-0.6	
94-194	4449		24	4.7	3.4	0.1		3.1	0.0	-1.5	-4.6		-0.5	
94-203	4828		10.5	6.57	5.3	0.16		5.0	0.0	1.1	-3.9		0.2	
94-206	4953	*	31.5	3.92	2.3	7.11	7.05	222.2	220.3	-2.6	-224.8	-222.9	0.0	0.0

CUADRO 2.6
PROYECTO CERRO QUEMA
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO REALIZADOS EN 1994

Pozo No.	Número de Muestra	(*)	Profundidad (m)	Pasta pH	NAG pH (blanco=3.8	S Total (peso %)	Sulfuro S (peso %)	APP(tot) (tons/kton)	APP(py) (tons/kton)	ANP (tons/kton)	ANP(tot) Neto (ANP-APP(tot))	ANP(py) Neto (ANP-APP(py))	ANP/APP(tot)	ANP/APP(py)
Caja Techo con Arcilla-Pirita														
94-127	2831	*	57	5.01	2.3	2.03	1.9	63.4	59.4	-0.8	-64.2	-60.2	0.0	0.0
94-132	3130		67.5	3.59	2.4	2.39	2.18	74.7	68.1	-1.9	-76.6	-70.0	0.0	0.0
94-136	3321		16.5	6.79	5.3	0.16		5.0	0.0	10.1	5.1		2.0	
94-141	3624		142.5	3.66	2.2	12.32	12.19	385.0	380.9	-3.9	-388.9	-384.8	0.0	0.0
94-169	42265		19.5	7.95	6.7	0.51	0.49	15.9	15.3	177.4	161.5	162.1	11.1	11.6
94-170	42403	*	73.5	5.2	1.9	7.46	7.4	233.1	231.3	-2.5	-235.6	-233.8	0.0	0.0
94-190	4290		54	4.11	2.1	9.31	9.26	290.9	289.4	-2.1	-293.0	-291.5	0.0	0.0
94-200	4721		27	5.61	2	8.35	8.32	260.9	260.0	0.5	-260.4	-259.5	0.0	0.0
94-209	1456		9	4.42	2.1	5.32	5.21	166.3	162.8	-4.6	-170.9	-167.4	0.0	0.0
94-213	1946		76.5	3.68	1.9	9.82	9.78	306.9	305.6	-4.8	-311.7	-310.4	0.0	0.0
94-215	1992		42	4.4	2.5	7.86	7.81	245.6	244.1	-3.1	-248.7	-247.2	0.0	0.0
Caja Techo con Silica-Pirita														
94-124	2587		106.5	3.79	2.2	4.8	4.7	150.0	146.9	-2.4	-152.4	-149.3	0.0	0.0
94-135	3261		84	2.73	2.1	17.71	17.51	553.4	547.2	-5.1	-558.5	-552.3	0.0	0.0
94-155	38416		91	4.15	2.7	1.35	1.3	42.2	40.6	0	-42.2	-40.6	0.0	0.0
94-159	38672		100.5	3.25	2.4	8.43	8.21	263.4	256.6	-5.2	-268.6	-261.8	0.0	0.0
94-169	42274		33	7.41	4	0.2		6.3	0.0	0.9	-5.4		0.1	
94-173	42854	*	48	6.13	2.3	0.56	0.39	17.5	12.2	-2.5	-20.0	-14.7	-0.1	-0.2
94-189	4235		48	4.56	2.2	8.1	8.02	253.1	250.6	-1.5	-254.6	-252.1	0.0	0.0
94-195	4495		48	4.1	2	5.15	5.1	160.9	159.4	-2.5	-163.4	-161.9	0.0	0.0
94-205	4919		39	4.79	2.3	3.15	3.03	98.4	94.7	-1.9	-100.3	-96.6	0.0	0.0
94-211	1793	*	18	4.8	1.9	6.3	6.21	196.9	194.1	-0.8	-197.7	-194.9	0.0	0.0
Roca Fresca No-Meteorizada														
94-122	2216	*	22.5	7.51	4.2	0.14		4.4	0.0	0.3	-4.1	0.3	0.1	
94-123	2462	*	87	4.45	3.6	0.05		1.6	0.0	0	-1.6		0.0	
94-130	3052		58.5	8.48	7.6	<0.01		0.3	0.0	192.9	192.6	192.9	643.0	
94-152	38075		34.5	4.86	3.6	0.13		4.1	0.0	-0.2	-4.3	-0.2	0.0	
94-154	38323		31.5	5.18	4.1	0.12		3.8	0.0	-0.5	-4.3	-0.5	-0.1	
94-155	38412		85.5	4.78	3.6	0.42	0.39	13.1	12.2	1.7	-11.4	-10.5	0.1	0.1
94-164	42154		75	5.12	3.6	0.08		2.5	0.0	1.1	-1.4	1.1	0.4	
94-168	43051		72	4.18	3.7	0.07		2.2	0.0	0.4	-1.8	0.4	0.2	
94-180	42561	*	13.5	5.08	3.4	0.28	0.13	8.8	4.1	-1.6	-10.4	-5.7	-0.2	-0.4
94-184	43341		28.5	5.4	4.7	<0.01		0.3	0.0	-0.8	-1.1	-0.8	-2.7	
94-206	4958		37.5	4.93	2	7.62	7.58	238.1	236.9	-0.5	-238.6	-237.4	0.0	0.0

CUADRO 2.6
PROYECTO CERRO QUEMA
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTATICO REALIZADOS EN 1994

Pozo No.	Número de Muestra	(*)	Profundidad (m)	Pasta pH	NAG pH (blanco=3.8	S Total (peso %)	Sulfuro S (peso %)	APP(tot) (tons/kton)	APP(py) (tons/kton)	ANP (tons/kton)	ANP(tot) Neto (ANP-APP(tot))	ANP(py) Neto (ANP-APP(py))	ANP/APP(tot)	ANP/APP(py)
Roca Alterada Propilíticamente														
94-120	2044		61.5	8.5	6.9	0.01		0.3	0.0	146	145.7		467.2	
94-136	3335		36	8.17	7.1	1.23	1.17	38.4	36.6	141	102.6	104.4	3.7	3.9
94-136	3324		21	7.38	5.9	0.13		4.1	0.0	13.4	9.3		3.3	
94-139	3452	*	25.5	5.35	4	0.04		1.3	0.0	-0.2	-1.5	-0.2	-0.2	
94-141	3618		135	4.42	3.2	0.39	0.27	12.2	8.4	-1.5	-13.7	-9.9	-0.1	-0.2
94-169	42262		15	7.93	6.7	0.03		0.9	0.0	93.3	92.4		99.5	
94-214	1959		12	5.15	4.4	<0.01		0.3	0.0	-0.1	-0.4		-0.3	
94-215	848		22.5	4.8	4.4	0.02		0.6	0.0	3.5	2.9		5.6	
LPBH-1	2		177	8.56	7.4	0.03		0.9	0.0	127.6	126.7		136.1	
LPBH-1	1		93	8.14	2.5	2.92	2.9	91.3	90.6	28.1	-63.2	-62.5	0.3	0.3
LPBH-2	4		91	8.24	7.4	0.13		4.1	0.0	409.2	405.1		100.7	
LPBH-2	3		53.5	8.2	6.7	3.75	3.8	117.2	118.8	22.7	-94.5	-96.1	0.2	0.2
Muetras Residuales del Laboratorio McClelland														
2103-P11				8.72				3.1	0.6	1.7	-1.4	1.1	0.5	2.8
2103-P15				8.42				0.9	<0.01	3.8	2.9	3.8	4.2	>3.8
2103-P18				8.98				1.2	<0.01	5.2	4.0	5.2	4.3	>5.2
2103-P3				8.78				2.6	<0.01	3.2	0.6	3.2	1.2	>3.2
2103-P7				9.31				0.7	<0.01	0.9	0.2	0.9	1.3	>0.9

Nota: (*) indica muestras de material esteril que se encontraron dentro de los limites esperados de los tajos del proyecto de acuerdo a los calculos de Datamine

CUADRO 2.7
METALES EXTRAIBLES CON SPLP (1) DEL MATERIAL ESTERIL Y DEL TAJO
PROYECTO CERRO QUEMA
(mg/l)

Tipo de Roca		Silica			Silica-Arcilla		Arcilla en Caja Techo			Roca Fresca No-Meteorizada			Silica-Arcilla sobre Arcilla con Pirita			Caja Techo con Arcilla-Pirita			Caja Techo con alto contenido de Silica-Pirita			bajo contenido de Silica-Pirita		
Muestra No.		E 1306	E 1319	E 1322	E 1304	E 1311	E 1303	E 1308	E 1330	E 1310	E 1323	E 1332	E 1312	E 1313	E 1331	E 1317	E 1339	E 1340	E 1314	E 1318	E 1324	E 1307	E 1320	E 1337
Tipo		Estéril	Estéril	Estéril	Estéril	Pared Tajo	Piso Tajo	Estéril	Estéril	Pared Tajo	Piso Tajo	Estéril	Pared Tajo	Pared Tajo	Estéril	Base Tajo	Base Tajo	Base Tajo	Piso Tajo	Piso Tajo	Piso Tajo	Piso Tajo	Piso Tajo	Piso Tajo
	DWG(2)																							
Alkalinity		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6.0	<5	<5	6.0	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Conductivity		14	9	7	14	130	10	4	11	3	500	4	520	320	320	220	200	400	610	620	960	650	880	120
pH(3)		5.2	4.87	4.88	4.88	4.00	4.77	4.87	5.08	5.69	3.89	5.34	3.62	4.02	3.68	4.20	4.21	4.08	3.57	3.34	4.48	3.68	3.59	4.28
Aluminum	0.2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	3.91	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	6.62	<0.05	16.7	7.51	11.5	7.46	0.05	1.67	0.05	0.14	<0.05	10.3	0.25	1.86
Antimony		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Arsenic	0.05*	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.05	<0.05	<0.05	0.06	0.06	<0.05
Barium	1.0*	0.53	0.11	0.06	0.49	<0.01	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.06
Beryllium		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Boron		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cadmium	0.005*	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Calcium		0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.3	0.3	0.2	0.8	9.2	0.2	0.4	0.7	0.4	0.3	0.5	0.4
Chromium	0.05*	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
Cobalt		<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.29	<0.03	0.27	0.06	0.07	0.03	0.12	0.05	0.14	0.15	0.40	0.09	0.34	<0.03
Copper	1.0	<0.01	0.03	<0.01	0.01	5.12	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	133	<0.01	51.0	50.0	7.6	19.1	17.3	117	22.6	17.6	399	61.3	146.0	15.3
Iron	0.3	0.61	0.28	0.07	1.10	1.89	0.11	<0.03	<0.03	<0.03	3.52	<0.03	41.2	14.6	22.2	13.0	1.46	1.88	123	93.4	13.5	100	140	2.54
Lead	0.05*	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	0.06	<0.05	<0.05	<0.05
Mercury	0.001*	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0004	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Magnesium		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.4	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Manganese	0.05	0.13	0.02	<0.01	0.06	0.14	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	<0.01	0.45	0.26	0.21	0.27	3.51	0.24	0.57	0.67	0.93	0.40	0.55	0.22
Molybdenum		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Nickel	0.01	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.11	<0.04	0.11	0.06	0.04	<0.04	0.04	0.05	0.07	0.10	0.22	0.06	0.1	<0.04
Potassium		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Selenium	0.01*	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Silver	0.05*	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sodium	200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Strontium		0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.07
Titanium		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Vanadium		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Zinc	5.0	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.15	<0.01	0.08	0.09	0.03	0.04	0.31	0.13	0.06	0.06	0.50	0.11	0.17	0.03

(1) Metodo 1312 del US EPA - Procedimiento de Precipitación Sintética con Lixiviación. Concentraciones en mg/l, excepto para el pH (unidades estandares) y conductividad (umho/cm).

(2) DWG = Estandares de agua potable recomendados en Panama. Aquellos con * son estandares relacionados a la salud. Los restantes son estandares secundarios relacionados al sabor, color y/o olor.

(3) Soluciones de lluvia acida, pH = 5.0

4367
1362

APÉNDICE C

Resultados de las Pruebas Cinéticas

~~1362~~
1363

Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

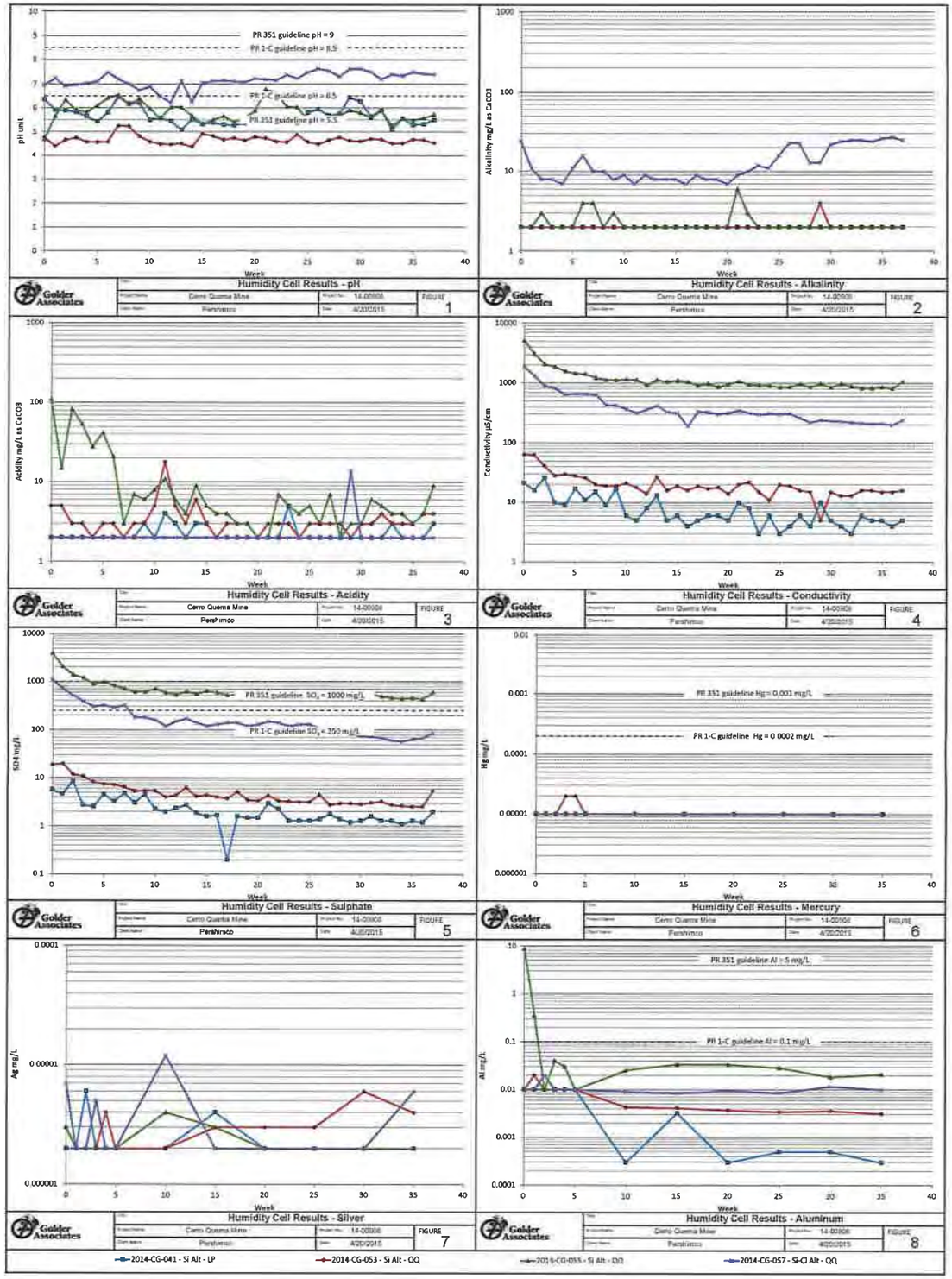
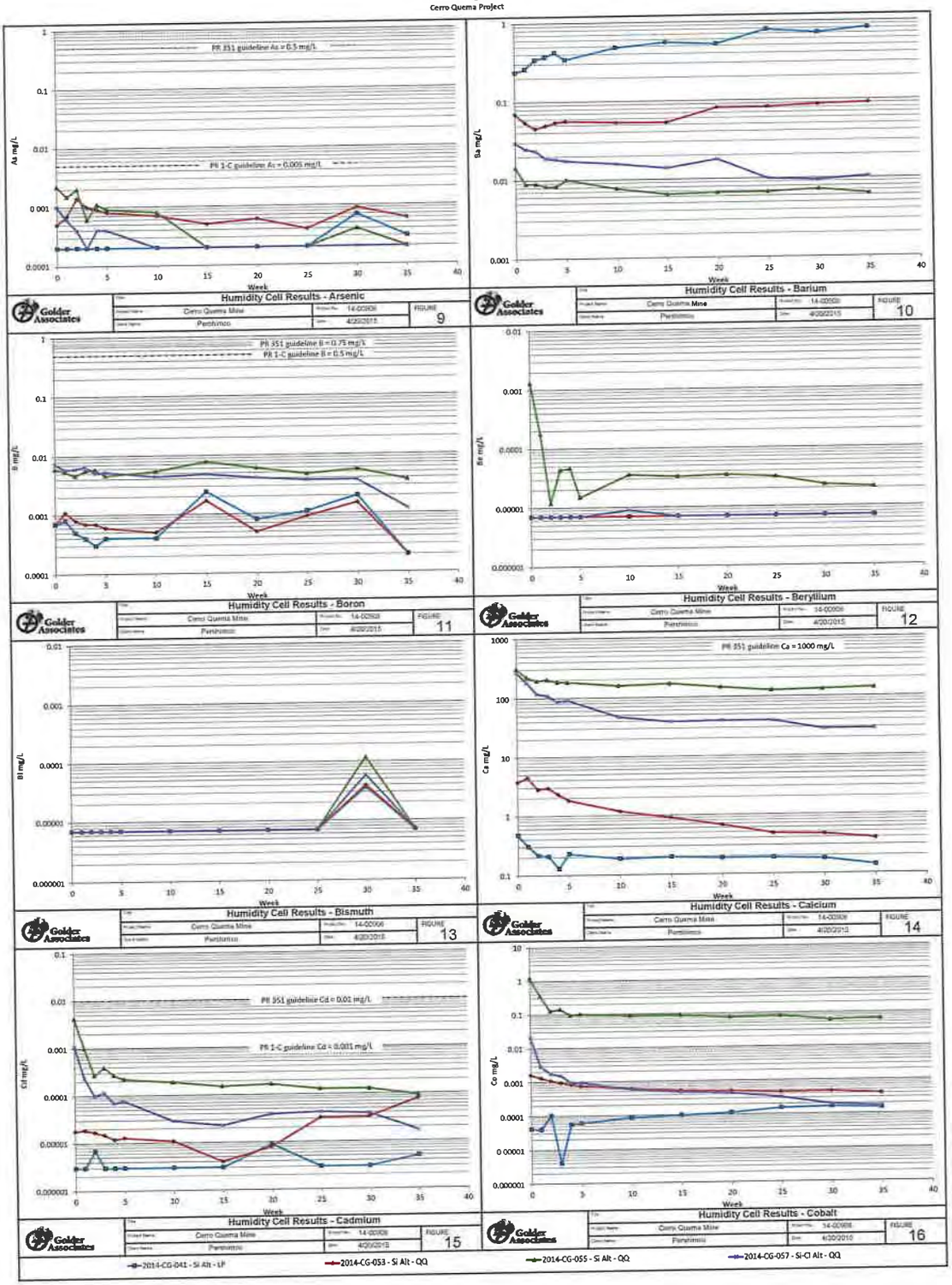
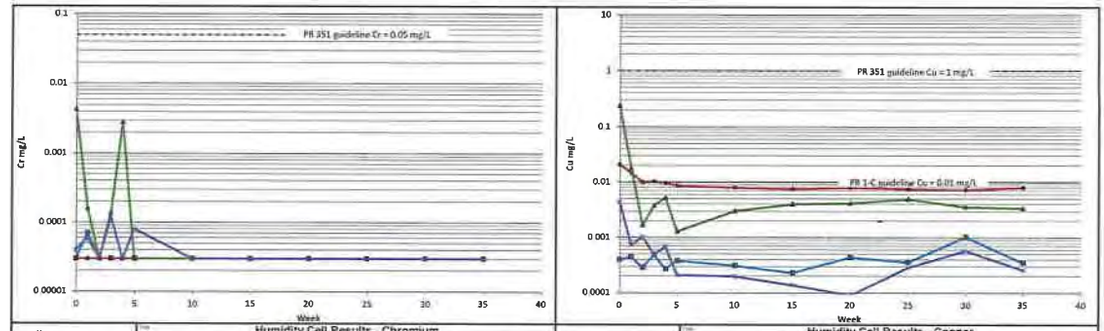


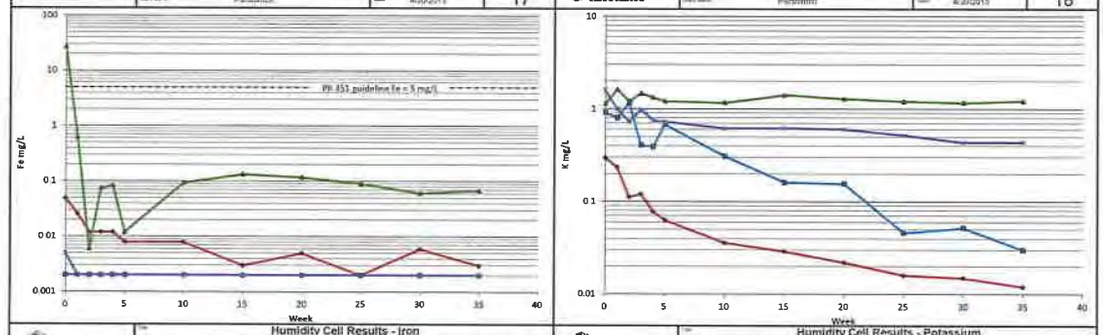
Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

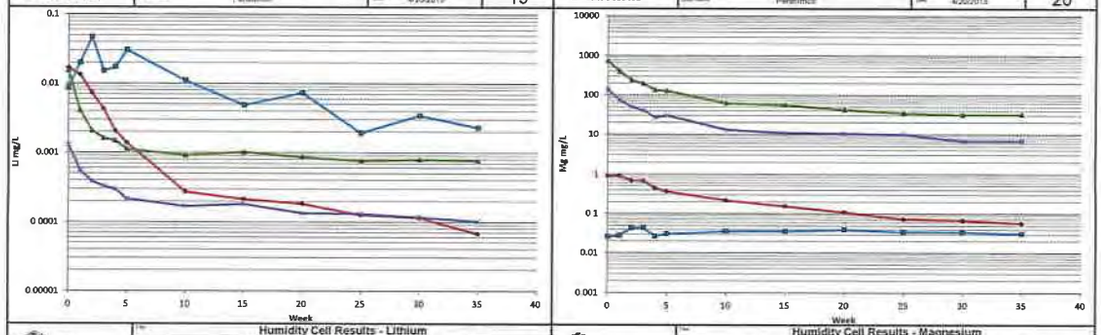


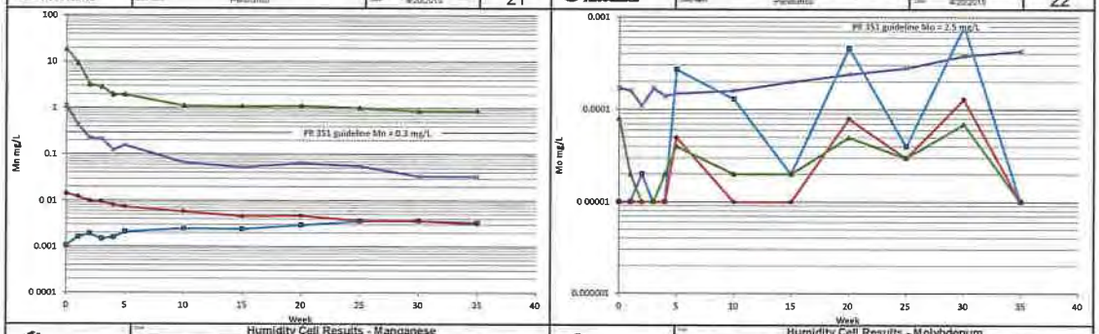
~~1363~~
1364

Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project



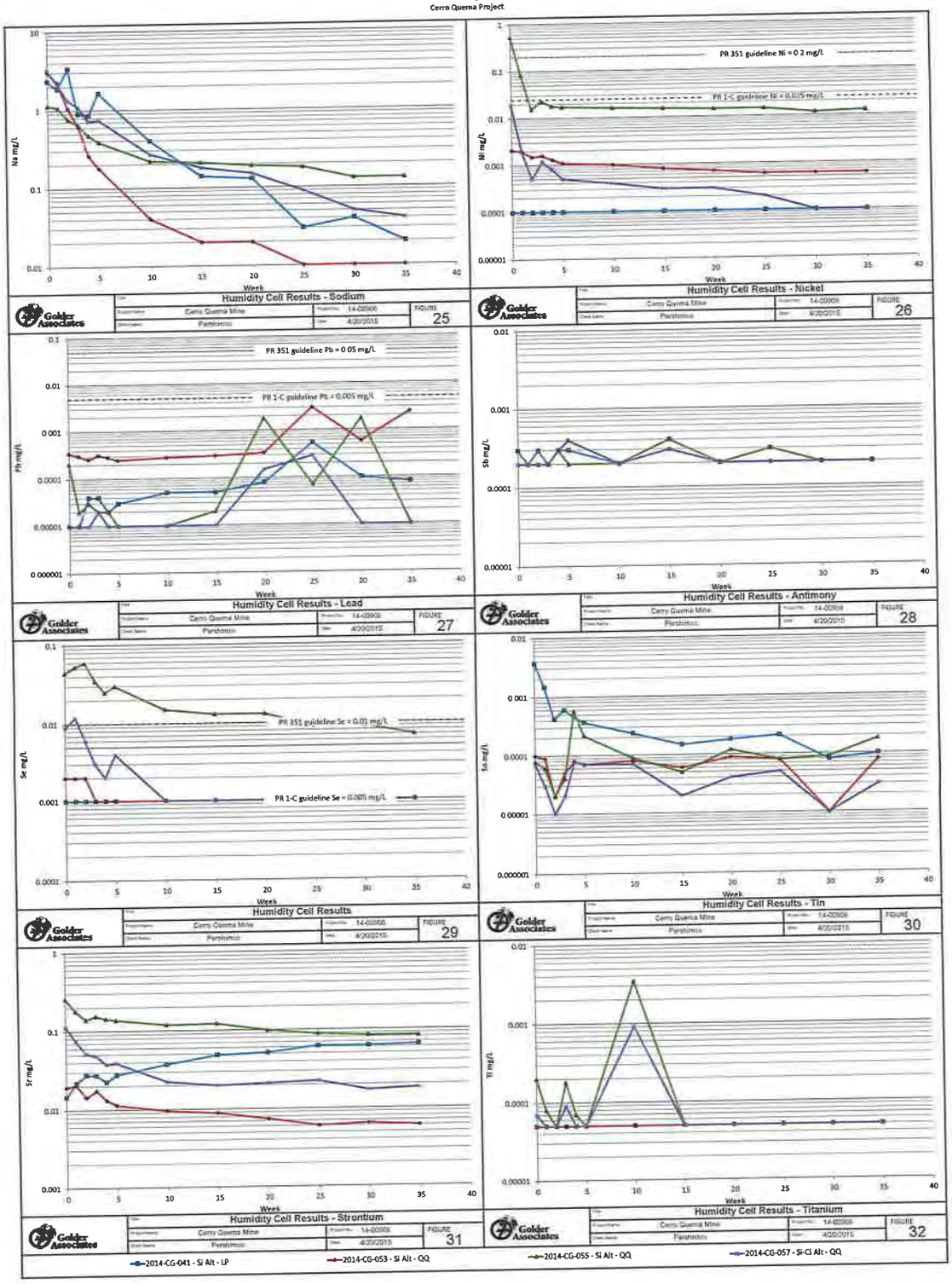






2014-CG-042 - Si Alt - LP
2014-CG-053 - Si Alt - QQ
2014-CG-055 - Si Alt - QQ
2014-CG-057 - Si-Cl Alt - QQ

Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project



~~1364~~ 1365

Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

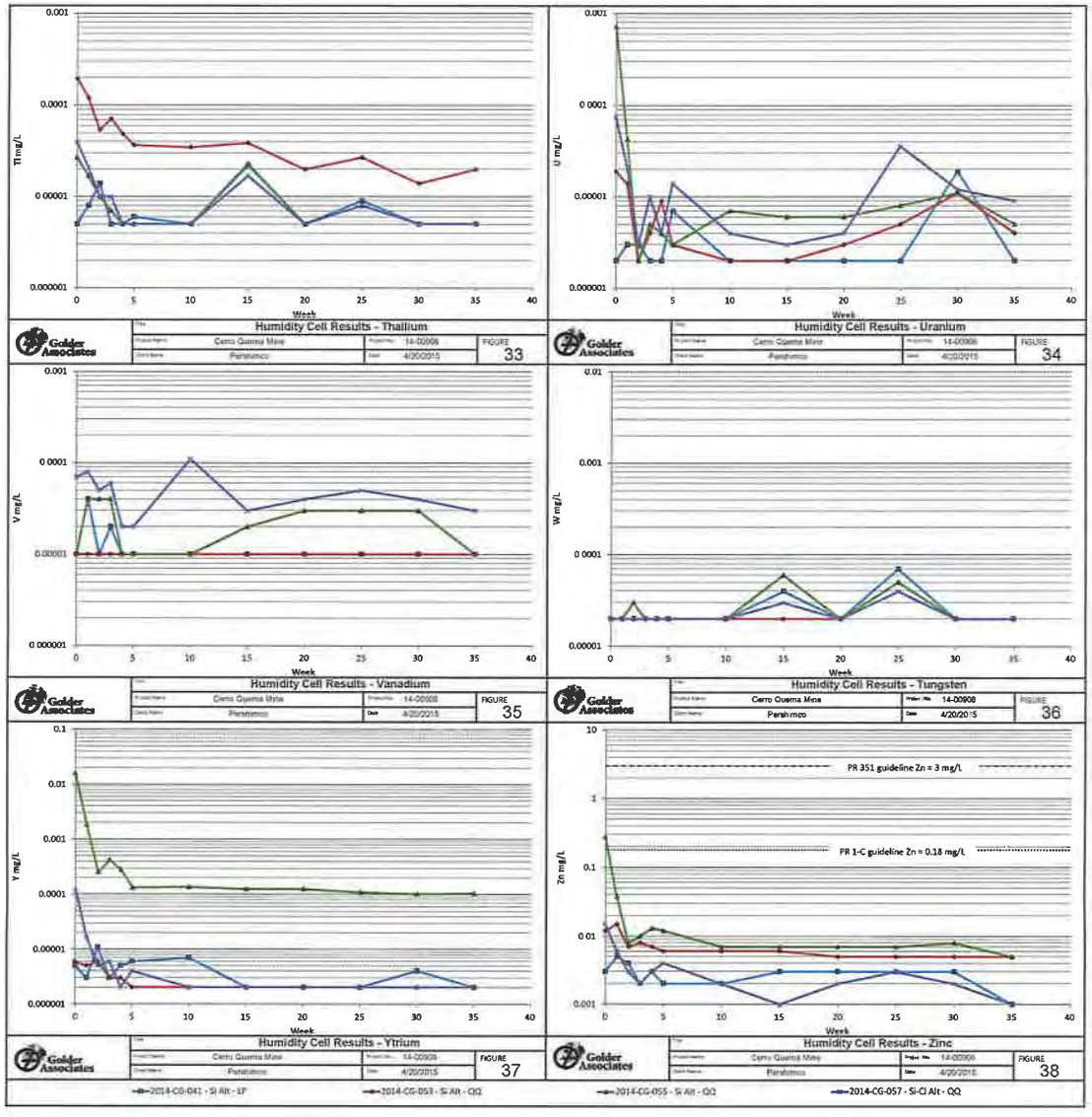


Table C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

Table C-1. Kinetic testing results for sample 2014-CG-041.

Cycle	Sample Date	Leachate Volume Added (mL)	Leachate Volume Recovered (mL)	pH	Alkalinity	Acidity	Conductivity	SO4	Hg	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
Week/Event		mL	mL		mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	1000	649	6.36	< 2	2	21	5.8	< 0.00001	0.000002	< 0.01	< 0.0002	0.24	0.00070	< 0.000007	< 0.000007	0.48	< 0.000003	0.000042	< 0.00003	0.00040
1	23-Jul-14	1000	773	5.92	< 2	< 2	16	4.7	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	< 0.0002	0.28	0.00040	< 0.000007	< 0.000007	0.31	0.000003	0.000049	0.00007	0.00045
2	30-Jul-14	1000	1027	5.89	< 2	< 2	28	8.6	< 0.00001	0.000006	0.01	< 0.0002	0.34	0.00050	< 0.000007	< 0.000007	0.22	0.000007	0.00010	< 0.00003	0.00029
3	6-Aug-14	1000	880	5.83	< 2	< 2	10	2.8	< 0.00001	< 0.000002	0.01	< 0.0002	0.37	0.00040	< 0.000007	< 0.000007	0.21	< 0.000003	< 0.000004	< 0.00003	0.00048
4	13-Aug-14	1000	836	5.65	< 2	< 2	9	2.6	0.00001	< 0.000002	< 0.01	< 0.0002	0.42	0.00030	< 0.000007	< 0.000007	0.13	< 0.000003	0.000056	< 0.00003	0.00027
5	20-Aug-14	1000	946	5.43	< 2	2	17	4.6	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	< 0.0002	0.34	0.00040	< 0.000007	< 0.000007	0.23	< 0.000003	0.000060	< 0.00003	0.00038
6	27-Aug-04	1000	911	5.62	< 2	2	11	3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	3-Sep-14	1000	977	6.46	< 2	< 2	15	4.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	10-Sep-14	1000	917	6.15	< 2	< 2	9	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	17-Sep-14	1000	904	6.21	< 2	2	17	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	24-Sep-14	1000	864	5.5	< 2	2	6	2.3	< 0.00001	< 0.000002	< 0.0003	< 0.0002	0.48	0.00040	< 0.000007	< 0.000007	0.19	< 0.000003	0.000086	< 0.00003	0.00031
11	1-Oct-14	1000	880	5.58	< 2	4	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	8-Oct-14	1000	941	5.45	< 2	3	8	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	15-Oct-14	1000	976	5.08	< 2	2	13	2.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	22-Oct-14	1000	906	5.52	< 2	3	5	1.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	29-Oct-14	1000	847	5.33	< 2	3	6	1.6	< 0.00001	0.000004	0.0032	< 0.0002	0.56	0.0024	< 0.000007	< 0.000007	0.2	< 0.000003	0.000098	< 0.00003	0.00023
16	5-Nov-14	1000	844	5.39	< 2	2	4	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12-Nov-14	1000	997	5.3	< 2	2	5	< 0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	19-Nov-14	1000	892	5.27	< 2	2	6	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	26-Nov-14	1000	906	5.37	< 2	2	6	1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3-Dec-14	1000	897	5.6	< 2	2	5	1.5	< 0.00001	< 0.000002	< 0.0003	< 0.0002	0.53	0.0008	< 0.000007	< 0.000007	0.19	0.000009	0.000114	< 0.00003	0.00044
21	10-Dec-14	1000	1024	5.43	< 2	< 2	10	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	17-Dec-14	1000	1026	5.8	< 2	< 2	8	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	23-Dec-14	1000	873	5.52	< 2	5	3	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	30-Dec-14	1000	886	5.39	< 2	2	6	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	7-Jan-15	1000	900	5.8	< 2	< 2	3	1.3	< 0.00001	< 0.000002	0.0065	< 0.0002	0.79	0.0011	< 0.000007	< 0.000007	0.19	< 0.000003	0.000152	< 0.00003	0.00036
26	14-Jan-15	1000	925	5.85	< 2	< 2	4	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	21-Jan-15	1000	905	5.69	< 2	< 2	6	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	28-Jan-15	1000	937	5.75	< 2	2	4	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	4-Feb-15	1000	940	6.44	< 2	< 2	10	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	11-Feb-15	1000	941	6.28	< 2	< 2	5	1.3	< 0.00001	< 0.000002	0.0005	0.0007	0.71	0.002	< 0.000007	0.000038	0.18	< 0.000003	0.000163	< 0.00003	0.00103
31	18-Feb-15	1000	820	5.64	< 2	< 2	4	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	25-Feb-15	1000	829	5.92	< 2	2	3	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	4-Mar-15	1000	917	5.68	< 2	3	6	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	11-Mar-15	1000	914	5.55	< 2	2	5	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	18-Mar-15	1000	940	5.29	< 2	2	5	1.3	< 0.00001	< 0.000002	< 0.0003	0.0003	0.82	< 0.0002	< 0.000007	< 0.000007	0.14	0.000005	0.000151	< 0.00003	0.00035
36	25-Mar-15	1000	910	5.32	< 2	2	4	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1-Apr-15	1000	739	5.5	< 2	3	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table C-1. Kinetic testing results for sample 2014-CG-041 (cont).

Cycle	Sample Date	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn
Week/Event		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	< 0.002	0.61	0.0036	0.026	0.0011	< 0.00001	2.4	< 0.0001	< 0.00001	0.0003	< 0.001	0.0037	0.015	< 0.00005	0.000055	< 0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.0000050	0.0030
1	23-Jul-14	< 0.002	0.40	0.020	0.023	0.0018	< 0.00001	1.8	< 0.0001	< 0.00001	0.0002	< 0.001	0.0015	0.022	< 0.00005	0.000055	0.00004	< 0.00002	0.0000035	0.0050	
2	30-Jul-14	< 0.002	1.2	0.047	0.044	0.0019	0.00002	3.4	< 0.0001	0.00004	0.0003	< 0.001	0.00042	0.028	< 0.00005	0.000014	0.000063	< 0.00001	< 0.00002	0.0000011	0.0040
3	6-Aug-14	< 0.002	0.41	0.015	0.045	0.0015	< 0.00001	0.59	< 0.0001	0.00004	0.0002	< 0.001	0.00051	0.037	< 0.00005	< 0.000005	< 0.000002	0.00002	< 0.00003	0.0000303	0.0020
4	13-Aug-14	< 0.002	0.29	0.018	0.027	0.0016	0.00001	0.65	< 0.0001	0.00002	0.0003	< 0.001	0.00066	0.023	< 0.00005	< 0.000005	< 0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.0000305	0.0030
5	20-Aug-14	< 0.002	0.68	0.021	0.031	0.0021	0.00027	1.0	< 0.0001	0.00003	0.0003	< 0.001	0.00077	0.028	< 0.00005	0.000008	0.000007	< 0.00001	< 0.00002	0.0000306	0.0020
6	27-Aug-04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	3-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	10-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	17-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	24-Sep-14	< 0.002	0.31	0.011	0.036	0.0025	0.00013	0.40	< 0.0001	0.00005	< 0.0002	< 0.001	0.00024	0.038	< 0.00005	< 0.000005	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.0000070	0.0020
11	1-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	8-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	15-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	22-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	29-Oct-14	< 0.002		0.161	0.00487	0.008	0.00230	0.00003	0.14	< 0.0001	0.00005	0.0001	< 0.001	0.00015	0.0445	< 0.00005	0.000022	< 0.000002	< 0.00001	0.00004	< 0.000002	0.003
16	5-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	19-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	26-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3-Dec-14	< 0.002		0.158	0.00732	0.04	0.00297	0.00046	0.17	< 0.0001	0.00008	< 0.0002	< 0.001	0.00018	0.0515	< 0.00005	< 0.000005	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.003
21	10-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	17-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	23-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	30-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	7-Jan-15	< 0.002		0.045	0.00193	0.035	0.00382	0.00004	0.03	< 0.0001	0.00055	0.0003	< 0.001	0.00021	0.0621	< 0.00005	0.000009	< 0.000002	< 0.00001	0.00007	< 0.000002	0.003
26	14-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	21-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	28-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	4-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	11-Feb-15	< 0.002		0.052	0.00344	0.035	0.00308	0.00079	0.04	< 0.0001	0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.00068	0.0619	< 0.00005	< 0.000005	0.000019	< 0.00001	< 0.00002	0.000004	0.003
31	18-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	25-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	4-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	11-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	18-Mar-15	< 0.002		0.03	0.00229	0.032	0.00337	< 0.00001	0.02	< 0.0001	0.00008	< 0.0002	< 0.001	0.0001	0.0636	< 0.00005	< 0.000005	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.000002	0.001
36	25-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1-Apr-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table C-2
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

Table C-2. Kinetic testing results for sample 2014-CQ-053.

Cycle	Sample Date	Leachate Volume Added (mL)	Leachate Volume Recovered (mL)	pH	Alkalinity	Acidity	Conductivity	SO4	Hg	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
Week/Event		mL	mL		mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	1000	823	4.77	< 2	5	64	19	< 0.00001	0.000053	0.01	0.0005	0.071	0.00370	< 0.000007	< 0.000007	3.5	0.000018	0.0017	< 0.00003	0.021
1	23-Jul-14	1000	874	4.4	< 2	5	63	20	< 0.00001	< 0.000003	0.02	0.0007	0.055	0.0011	< 0.000007	< 0.000007	4.5	0.000019	0.0014	0.00003	0.015
2	30-Jul-14	1000	889	4.89	< 2	3	41	12	< 0.00001	< 0.000002	0.01	0.0014	0.046	0.00080	0.000007	< 0.000007	2.8	0.000017	0.0011	< 0.00003	0.010
3	6-Aug-14	1000	897	4.75	< 2	2	28	11	0.00002	< 0.000002	0.01	0.0010	0.050	0.00070	< 0.000007	< 0.000007	3.0	0.000015	0.00097	< 0.00003	0.010
4	13-Aug-14	1000	823	4.58	< 2	3	30	8.3	0.00002	0.000004	< 0.01	0.0008	0.054	0.00070	< 0.000007	< 0.000007	3.3	0.000012	0.00085	< 0.00003	0.0097
5	20-Aug-14	1000	804	4.57	< 2	3	28	7.5	< 0.00001	0.000002	< 0.01	0.0008	0.057	0.00060	< 0.000007	< 0.000007	1.8	0.000013	0.00076	< 0.00003	0.0067
6	27-Aug-04	1000	968	4.56	< 2	3	25	7.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	1000	1022	5.25	< 2	2	20	6.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	1000	918	5.24	< 2	3	19	5.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	1000	992	4.61	< 2	3	19	5.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	1000	905	4.59	< 2	5	21	5.5	< 0.00001	< 0.000002	0.0043	0.0007	0.054	0.00050	< 0.000007	< 0.000007	1.2	0.000011	0.00064	< 0.00003	0.0081
11	1-Oct-14	1000	894	4.49	< 2	18	18	4.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	8-Oct-14	1000	934	4.47	< 2	5	14	4.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	1000	904	4.51	< 2	3	27	6.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	1000	921	4.37	< 2	6	16	4.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	29-Oct-14	1000	895	4.02	< 2	3	19	4.5	< 0.00001	0.000003	0.0041	0.0005	0.0532	0.0017	< 0.000007	< 0.000007	0.91	0.000058	0.000533	< 0.00003	0.00757
16	5-Nov-14	1000	894	4.02	< 2	2	16	4.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	1000	971	4.67	< 2	3	18	3.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	19-Nov-14	1000	947	4.74	< 2	3	17	5.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26-Nov-14	1000	976	4.64	< 2	3	18	3.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	3-Dec-14	1000	959	4.79	< 2	2	14	3.4	< 0.00001	0.000003	0.0037	0.0009	0.0818	0.0005	< 0.000007	< 0.000007	0.87	0.000008	0.000504	< 0.00003	0.00799
21	10-Dec-14	1000	1048	4.74	< 2	3	20	4.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	1000	1038	4.8	< 2	3	22	3.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	939	4.67	< 2	3	15	3.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	1000	931	4.88	< 2	2	11	3.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	1000	842	4.58	< 2	3	29	3.2	< 0.00001	0.000003	0.0034	0.0004	0.0825	0.0009	< 0.000007	< 0.000007	0.46	0.000032	0.000458	< 0.00003	0.00747
26	14-Jan-15	1000	966	4.48	< 2	3	18	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	1000	855	4.65	< 2	3	16	2.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	1000	973	4.77	< 2	3	15	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	1000	909	4.63	4	5	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	1000	998	4.6	< 2	3	15	2.9	< 0.00001	0.000008	0.0036	0.0009	0.0872	0.0015	< 0.000007	0.000038	0.46	0.000033	0.000467	< 0.00003	0.00723
31	18-Feb-15	1000	893	4.7	< 2	3	13	3.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	1000	909	4.68	< 2	4	13	3.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	1000	937	4.52	< 2	3	18	2.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	1000	944	4.51	< 2	3	16	2.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	1000	959	4.65	< 2	3	15	2.6	< 0.00001	0.000004	0.0031	0.0008	0.0912	< 0.0002	< 0.000007	< 0.000007	0.35	0.00008	0.000404	< 0.00003	0.00797
36	25-Mar-15	1000	845	4.66	< 2	4	15	2.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	1000	863	4.53	< 2	4	15	2.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Table C-2. Kinetic testing results for sample 2014-CQ-053 (cont).

Cycle	Sample Date	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn
Week/Event		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	0.049	0.30	0.017	0.89	0.014	< 0.00001	3.1	0.0021	0.00035	0.0003	0.002	0.00018	0.018	< 0.00005	0.00020	0.000019	< 0.00001	< 0.00002	0.000006	0.012
1	23-Jul-14	0.026	0.24	0.014	0.90	0.012	< 0.00001	2.3	0.0020	0.00031	< 0.0002	0.002	0.00009	0.021	< 0.00005	0.00012	0.000014	0.00001	< 0.00002	0.000005	0.015
2	30-Jul-14	0.012	0.11	0.0073	0.68	0.010	< 0.00001	1.1	0.0015	0.00026	< 0.0002	0.002	0.00002	0.014	< 0.00005	0.00004	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.000006	0.0070
3	6-Aug-14	0.012	0.12	0.0043	0.59	0.0087	< 0.00001	0.62	0.0016	0.00032	< 0.0002	< 0.001	0.00005	0.016	< 0.00005	0.00007	0.000004	< 0.00001	< 0.00002	0.000003	0.0060
4	13-Aug-14	0.012	0.078	0.0021	0.45	0.0082	< 0.00001	0.26	0.0013	0.00029	0.0003	< 0.001	0.00005	0.013	< 0.00005	0.00004	0.000003	< 0.00001	< 0.00002	0.000003	0.0070
5	20-Aug-14	0.008	0.063	0.0014	0.37	0.0075	0.00005	0.18	0.0011	0.00025	0.0004	< 0.001	0.00007	0.011	< 0.00005	0.00007	0.000003	< 0.00001	< 0.00002	0.000002	0.0060
6	27-Aug-04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	0.008	0.038	0.0003	0.22	0.0059	< 0.00001	0.048	0.0010	0.00028	< 0.0002	< 0.001	0.00008	0.0096	< 0.00005	0.000035	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.0060
11	1-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	8-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	29-Oct-14	0.003	0.020	0.000215	0.158	0.00481	< 0.00001	0.03	0.0008	0.00003	0.0003	< 0.001	0.00006	0.0089	< 0.00005	0.000036	0.000007	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.008
16	5-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	19-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	3-Dec-14	0.005	0.022	0.000185	0.112	0.00477	0.00003	0.02	0.0007	0.00034	< 0.0002	< 0.001	0.00009	0.0074	< 0.00005	0.00002	0.000003	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.005
21	10-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	0.009	0.018	0.000127	0.074	0.00388	0.00003	0.01	0.0006	0.00302	0.0002	< 0.001	0.00008	0.006	< 0.00005	0.000027	0.000005	0.00001	0.00005	< 0.000002	0.005
26	14-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	0.005	0.015	0.000116	0.069	0.00358	0.00013	0.01	0.0006	0.00056	< 0.0002	< 0.001	0.00001	0.0084	< 0.00005	0.000014	0.000011	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.005
31	18-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	0.003	0.012	0.000068	0.058	0.00314	< 0.00001	< 0.01	0.0006	0.00239	< 0.0002	< 0.001	0.00008	0.006	< 0.00005	0.00002	0.000004	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.005
36	25-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4965
1366

Table C-3
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

Table C-3. Kinetic testing results for sample 2014-CIG-055.

Cycle	Sample Date	Leachate Volume Added (mL)	Leachate Volume Recovered (mL)	pH	Alkalinity	Acidity	Conductivity	SO4	Hg	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
Week/Event		mL	mL		mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	1000	758	4.88	< 2	110	5190	4020	< 0.00001	0.000093	8.8	0.0022	0.015	0.0080	0.0013	< 0.000007	310	0.0043	1.3	0.0044	0.24
1	23-Jul-14	1000	833	5.65	< 2	16	3080	2150	< 0.00001	< 0.000003	0.36	0.0015	0.0090	0.0055	0.00016	< 0.000007	223	0.0010	0.37	0.00016	0.018
2	30-Jul-14	1000	961	6.34	3	83	2080	1460	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0020	0.0091	0.0046	0.000012	< 0.000007	204	0.00039	0.15	0.00014	0.0036
3	6-Aug-14	1000	845	5.91	2	54	1840	1200	0.00001	< 0.000003	0.04	0.0026	0.0084	0.0058	0.000044	< 0.000007	204	0.00039	0.15	0.00014	0.0036
4	13-Aug-14	1000	840	5.82	< 2	28	1590	900	0.00001	< 0.000002	0.03	0.0011	0.0083	0.0059	0.000047	< 0.000007	184	0.00022	0.10	< 0.00003	0.0013
5	20-Aug-14	1000	937	6.11	2	42	1460	990	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0009	0.010	0.0046	0.000015	< 0.000007	184	0.00022	0.10	< 0.00003	0.0013
6	27-Aug-04	1000	955	6.42	4	21	1430	830	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	3-Sep-14	1000	1019	6.55	4	5	1230	710	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	10-Sep-14	1000	909	6.15	2	7	1140	610	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	17-Sep-14	1000	1002	6.4	3	6	1130	610	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	24-Sep-14	1000	856	5.97	2	8	1160	710	< 0.00001	0.000004	0.025	0.0008	0.0078	0.0054	0.000038	< 0.000007	159	0.00019	0.091	< 0.00003	0.0030
11	1-Oct-14	1000	851	5.56	< 2	11	1140	690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	8-Oct-14	1000	978	6.04	< 2	8	931	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	15-Oct-14	1000	1003	6.03	2	4	1140	620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	22-Oct-14	1000	833	5.67	2	8	1060	550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	29-Oct-14	1000	851	5.32	< 2	5	1110	640	< 0.00001	0.000003	0.0337	< 0.0002	0.00643	0.0078	0.000033	< 0.000007	188	0.000152	0.0807	< 0.00003	0.00404
16	5-Nov-14	1000	861	5.5	< 2	4	1050	590	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12-Nov-14	1000	950	5.88	< 2	4	919	520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	19-Nov-14	1000	897	5.4	< 2	3	991	550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	26-Nov-14	1000	936	5.57	< 2	5	865	510	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3-Dec-14	1000	909	5.88	< 2	2	967	540	< 0.00001	< 0.000002	0.0555	< 0.0002	0.00469	0.006	0.000035	< 0.000007	148	0.000167	0.0763	< 0.00003	0.0042
21	10-Dec-14	1000	1015	6.79	6	2	1070	630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	17-Dec-14	1000	998	6.84	3	7	954	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	23-Dec-14	1000	895	6.08	< 2	5	921	570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	30-Dec-14	1000	887	6.03	< 2	4	917	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	7-Jan-15	1000	891	5.49	< 2	5	863	510	< 0.00001	< 0.000002	0.0284	< 0.0002	0.00673	0.0047	0.000032	< 0.000007	127	0.000129	0.0822	< 0.00003	0.00499
26	14-Jan-15	1000	869	5.5	< 2	3	871	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	21-Jan-15	1000	820	5.48	< 2	7	888	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	28-Jan-15	1000	900	5.69	< 2	3	867	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	4-Feb-15	1000	899	5.9	< 2	3	886	480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	11-Feb-15	1000	936	5.8	< 2	3	853	460	< 0.00001	< 0.000002	0.0183	0.0004	0.00725	0.0056	0.000023	0.000118	133	0.000128	0.0598	< 0.00003	0.0036
31	18-Feb-15	1000	823	5.59	< 2	5	981	550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	25-Feb-15	1000	857	5.88	< 2	5	891	490	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	4-Mar-15	1000	916	5.27	< 2	4	824	460	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	11-Mar-15	1000	896	5.55	< 2	4	829	440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	18-Mar-15	1000	892	5.49	< 2	3	823	460	< 0.00001	0.000003	0.021	< 0.0002	0.00636	0.0037	0.000021	< 0.000007	129	0.000095	0.0641	< 0.00003	0.00338
36	25-Mar-15	1000	821	5.58	< 2	4	814	430	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1-Apr-15	1000	788	5.72	< 2	9	1060	600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table C-3. Kinetic testing results for sample 2014-CIG-055 (cont).

Cycle	Sample Date	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Se	Si	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn
Week/Event		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	27	1.1	0.016	739	19	0.00008	1.2	0.54	0.00021	0.0003	0.044	0.00008	0.26	0.00020	0.000027	0.00072	0.00001	< 0.00002	0.016	0.26
1	23-Jul-14	0.82	1.6	0.0041	401	9.3	0.00002	1.1	0.083	0.00002	< 0.0002	0.093	0.00006	0.18	0.00008	0.000017	0.000043	0.00004	< 0.00002	0.0018	0.036
2	30-Jul-14	0.006	1.2	0.0021	243	3.2	0.00001	0.77	0.016	0.00003	< 0.0002	0.060	0.00002	0.14	< 0.00005	0.000010	< 0.000002	0.00004	0.00003	0.00025	0.0080
3	6-Aug-14	0.075	1.5	0.0016	197	2.9	< 0.00001	0.65	0.025	0.00002	0.0003	0.035	0.00004	0.16	0.00016	0.000007	0.000055	0.00004	< 0.00001	0.00003	0.00028	0.013
4	13-Aug-14	0.094	1.3	0.0015	134	2.0	0.00003	0.48	0.018	0.00002	0.0003	0.023	0.00002	0.14	< 0.00005	< 0.000005	0.000003	< 0.00001	0.00002	0.00013	0.013
5	20-Aug-14	0.012	1.2	0.0011	127	2.0	0.00004	0.39	0.017	0.00001	0.0002	0.020	0.00002	0.14	< 0.00005	< 0.000005	0.000003	< 0.00001	0.00002	0.00013	0.013
6	27-Aug-04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	3-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	10-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	17-Sep-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	24-Sep-14	0.095	1.3	0.00092	92	1.2	0.00002	0.22	0.016	< 0.00001	< 0.0002	0.015	0.00009	0.12	0.00347	< 0.000005	0.000007	< 0.00001	0.00002	0.00014	0.0070
11	1-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	8-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	15-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	22-Oct-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	29-Oct-14	0.134	1.41	0.00102	65.7	1.11	0.00002	0.21	0.0155	0.00003	0.0004	0.013	0.00005	0.122	< 0.00005	0.000023	0.000006	0.00002	0.00005	0.000126	0.007
16	5-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	12-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	19-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	26-Nov-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3-Dec-14	0.117	1.29	0.000889	42.4	1.13	0.00005	0.19	0.0146	0.00182	< 0.0002	0.013	0.00017	0.099	< 0.00005	< 0.000005	0.000006	0.00003	< 0.00002	0.000126	0.007
21	10-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	17-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	23-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	30-Dec-14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	7-Jan-15	0.09	1.21	0.000768	34.7	1.02	0.00003	0.16	0.0148	0.00007	0.0003	0.009	0.00008	0.0883	< 0.00005	0.000008	0.000008	0.00002	0.00005	0.00011	0.007
26	14-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	21-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	28-Jan-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	4-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	11-Feb-15	0.061	1.17	0.000798	31.9	0.874	0.00007	0.13	0.0118	0.00174	< 0.0002	0.009	0.00009	0.0839	< 0.00005	< 0.000005	0.000011	0.00003	< 0.00002	0.000102	0.006
31	18-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	25-Feb-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	4-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	11-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	18-Mar-15	0.089	1.23	0.000772	32.3	0.865	< 0.00001	0.13	0.0128	< 0.00001	< 0.0002	0.007	0.00018	0.0829	< 0.00005	< 0.000005	0.000005	0.00001	< 0.00002	0.000104	0.005
36	25-Mar-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1-Apr-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table C-4
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

Table C-4. Kinetic testing results for sample 2014-CG-057.

Cycle	Sample Date	Leachate Volume Added (mL)	Leachate Volume Recovered (mL)	pH	Alkalinity	Acidity	Conductivity	SO4	Hg	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
Week/Event		mL	mL		mg/L as CaCO3	mg/L as CaCO3	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	1000	879	6.97	24	< 2	1800	1100	< 0.00001	0.000007	0.01	0.0010	0.030	0.0072	< 0.000007	< 0.000007	273	0.0011	0.021	0.00004	0.0044
1	23-Jul-14	1000	924	7.24	11	< 2	1330	730	< 0.00001	< 0.000002	0.01	0.0008	0.023	0.0059	< 0.000007	< 0.000007	184	0.00024	0.0029	0.00005	0.00074
2	30-Jul-14	1000	976	6.92	8	< 2	902	510	< 0.00001	< 0.000002	0.02	0.0004	0.024	0.0060	< 0.000007	< 0.000007	120	0.00010	0.0018	< 0.00003	0.0011
3	6-Aug-14	1000	882	6.88	8	< 2	816	380	0.00001	0.000005	< 0.01	< 0.0002	0.018	0.0056	< 0.000007	< 0.000007	111	0.00012	0.0016	0.00012	0.00050
4	13-Aug-14	1000	972	7.04	7	< 2	649	308	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0004	0.019	0.0051	< 0.000007	< 0.000007	87	0.000089	0.00088	< 0.00003	0.00058
5	20-Aug-14	1000	1018	7.11	11	< 2	665	320	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0004	0.018	0.0053	< 0.000007	< 0.000007	92	0.000077	0.00087	0.00005	0.00021
6	27-Aug-04	1000	1024	7.47	16	< 2	657	290	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	1000	1031	7.21	10	< 2	644	320	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	1000	988	7.02	10	< 2	455	180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	1000	1013	6.75	8	< 2	425	180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	1000	936	6.9	8	< 2	521	160	< 0.00001	0.000012	0.0091	< 0.0002	0.016	0.0044	0.000009	< 0.000007	47	0.000029	0.00058	< 0.00003	0.00020
11	1-Oct-14	1000	933	6.49	7	< 2	319	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	8-Oct-14	1000	992	6.23	8	< 2	264	100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	1000	1004	7.13	8	< 2	422	170	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	1000	958	6.26	8	< 2	337	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	29-Oct-14	1000	940	7.05	8	< 2	314	120	< 0.00001	0.000002	0.0064	< 0.0002	0.014	0.0048	< 0.000007	< 0.000007	36.8	0.000023	0.000474	< 0.00003	0.00014
16	5-Nov-14	1000	980	7.13	7	< 2	192	130	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	1000	1026	7.19	8	< 2	337	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	19-Nov-14	1000	1003	7.12	8	< 2	329	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26-Nov-14	1000	1005	7.08	8	< 2	302	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	3-Dec-14	1000	970	7.23	7	< 2	315	130	< 0.00001	< 0.000002	0.0095	< 0.0002	0.0178	0.0041	< 0.000007	< 0.000007	46	0.000039	0.00044	< 0.00003	0.00028
21	10-Dec-14	1000	1026	7.5	9	< 2	353	150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	1000	1030	7.16	10	< 2	318	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	1028	7.38	12	< 2	297	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	1000	1031	7.24	11	< 2	311	130	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	1000	997	7.47	16	< 2	302	130	< 0.00001	0.000002	0.0055	< 0.0002	0.00899	0.0037	< 0.000007	< 0.000007	39.6	0.000042	0.000318	< 0.00003	0.00028
26	14-Jan-15	1000	997	7.82	23	< 2	310	110	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	1000	996	7.54	23	< 2	262	100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	1000	1011	7.31	13	< 2	222	83	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	1000	1015	7.61	13	14	241	87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	1000	997	7.02	22	< 2	234	76	< 0.00001	< 0.000002	0.0116	0.0002	0.00948	0.0037	< 0.000007	0.000058	28.3	0.000039	0.000196	< 0.00003	0.00058
31	18-Feb-15	1000	1001	7.49	24	< 2	229	73	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	1000	991	7.21	25	< 3	222	69	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	1000	988	7.39	25	< 2	216	63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	1000	986	7.34	24	< 2	212	58	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	1000	982	7.48	26	< 2	212	65	< 0.00001	0.000006	0.01	< 0.0002	0.0105	0.0012	< 0.000007	< 0.000007	28.6	0.000017	0.000168	< 0.00003	0.00026
36	25-Mar-15	1000	991	7.42	27	< 2	206	65	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	1000	995	7.39	28	< 2	230	87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Table C-4. Kinetic testing results for sample 2014-CG-057 (cont).

Cycle	Sample Date	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn
Week/Event		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
0	16-Jul-14	0.005	1.6	0.0013	137	1.2	0.00947	3.2	0.019	< 0.00001	< 0.0002	0.009	0.00007	0.11	0.00007	0.000043	0.000075	0.00007	< 0.00002	0.00012	0.015
1	23-Jul-14	< 0.002	1.6	0.00055	74	0.44	0.00918	2.1	0.0020	< 0.00001	< 0.0002	0.012	0.00003	0.075	< 0.00005	0.000031	0.000021	0.00003	< 0.00002	0.000017	0.0050
2	30-Jul-14	< 0.002	0.73	0.00039	50	0.23	0.00911	1.3	0.0005	< 0.00001	< 0.0002	0.006	< 0.00001	0.052	< 0.00005	0.000010	0.000003	0.00005	< 0.00002	0.000005	0.0030
3	6-Aug-14	< 0.002	0.56	0.00033	41	0.22	0.00917	1.1	0.0012	0.00002	< 0.0002	0.003	< 0.00002	0.048	0.00009	0.000010	0.000019	0.00006	< 0.00002	0.000006	0.0020
4	13-Aug-14	< 0.002	0.76	0.00030	27	0.13	0.00914	0.72	0.0008	< 0.00001	0.0003	0.002	0.00008	0.035	< 0.00005	< 0.000005	0.000004	0.00002	< 0.00002	0.000002	0.0030
5	20-Aug-14	< 0.002	0.73	0.00022	31	0.16	0.00915	0.75	0.0005	< 0.00001	0.0004	0.004	0.00007	0.039	< 0.00005	0.000005	0.000014	0.00002	< 0.00002	0.000004	0.0040
6	27-Aug-04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	< 0.002	0.62	0.00017	13	0.068	0.00916	0.27	0.0004	< 0.00001	< 0.0002	0.001	0.00007	0.022	0.00092	< 0.000005	0.000004	0.00001	< 0.00002	0.000002	0.0020
11	1-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	8-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	29-Oct-14	< 0.002	0.626	0.000183	10.9	0.0525	0.0002	0.18	0.0003	< 0.00001	0.0003	0.001	0.00002	0.02	< 0.00005	0.000017	0.000003	0.00003	0.00003	< 0.000002	0.001
16	5-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	19-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26-Nov-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	3-Dec-14	0.002	0.607	0.000134	10.7	0.0659	0.00024	0.15	0.0003	0.00015	< 0.0002	0.001	0.00004	0.0212	< 0.00005	< 0.000005	0.000004	0.00004	0.00002	< 0.000002	0.002
21	10-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	< 0.002	0.525	0.000133	10.1	0.056	0.00028	0.09	0.0002	0.00029	< 0.0002	0.001	0.00005	0.0223	< 0.00005	0.000008	0.000036	0.00005	0.00004	0.000002	0.003
26	14-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	0.002	0.435	0.000118	6.89	0.0339	0.00038	0.05	0.0001	0.00001	< 0.0002	< 0.001	< 0.00001	0.017	< 0.00005	< 0.000005	0.000012	0.00004	< 0.00002	< 0.000002	0.002
31	18-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	< 0.002	0.44	0.000103	6.98	0.0334	0.00043	0.04	0.0001	< 0.00001	< 0.0002	< 0.001	0.00003	0.018	0.00005	< 0.000005	0.000009	0.00003	< 0.00002	0.000002	0.001
36	25-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4966
1367

As a global, employee-owned organisation with over 50 years of experience, Golder Associates is driven by our purpose to engineer earth's development while preserving earth's integrity. We deliver solutions that help our clients achieve their sustainable development goals by providing a wide range of independent consulting, design and construction services in our specialist areas of earth, environment and energy.

For more information, visit golder.com

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 356 21 42 30 20
North America	+ 1 800 275 3281
South America	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Ltd.
6925 Century Avenue, Suite #100
Mississauga, Ontario, L5N 7K2
Canada
T: +1 (905) 567 4444

Golder Associates

ANEXO 3.10

Opciones de diseño conceptual para tratamiento de drenaje acido de roca

Proyecto Minero Cerro Quema

~~1368~~
1369

15 de agosto de 2015 1530437

Pierre Bureau
Pershimco Resources Inc.
11, Perreault Street East
Rouyn-Noranda, Quebec
Canada J9X 3C1

ASUNTO: OPCIONES DE DISEÑO CONCEPTUAL PARA EL TRATAMIENTO DE DRENAJE ÁCIDO DE ROCA

Estimado Sr. Bureau:

Golder Associates Inc. (Golder) fue contratado por Pershimco Resources Inc. (Pershimco) para realizar una evaluación conceptual de las opciones de tratamiento de agua para mitigar el potencial de drenaje ácido de roca/lixiviación de metal (ARD/ML por sus siglas en inglés) en el proyecto Cerro Quema de Pershimco.

Esta carta resume los resultados de esta evaluación. La carta aborda la base de diseño afluente del proyecto y propone algunos escenarios de tratamiento, al igual que una estimación aproximada de los costos de acuerdo a la magnitud para cada alternativa.

1.0 BASE DE DISEÑO AFLUENTE

La cantidad y calidad de agua y los objetivos de tratamiento abarcan la base de diseño afluente (IDB por sus siglas en inglés) para la evolución de tratamiento del agua. La información existente, incluyendo los resultados de las pruebas geoquímicas, modelado de calidad de agua y regulaciones de la calidad del agua fueron revisados para desarrollar un entendimiento de la calidad de agua previsto en el sitio y las cuestiones de tratamiento resultantes.

Tres fuentes serán combinadas para el tratamiento antes de la descarga. Estas incluyen:

- Botadero de Roca Estéril (WRD por sus siglas en inglés)
- Tajo Abierto La Pava
- Tajo Abierto Quemita

Se estudiaron la falta de datos para determinar si la información existente es adecuada para desarrollar el estudio de factibilidad de tratamiento de agua. No se identificaron falta de datos principales en este momento que pudieran dificultar la discusión de opciones de tratamiento posibles a nivel conceptual inicial.

1.1 Cantidad de Agua

La cantidad de agua se basó en los resultados del modelo preliminar de cantidad de agua (Golder, 2015). El caudal combinado usado en el IDB se basó en la tasa de caudal de salida promedio de cada fuente durante la temporada de lluvias, en vez del promedio anual de cada fuente. Se tomó este enfoque para asegurar que cualquier diseño conceptual considerara el caudal más conservador. El modelado de balance de agua para todas las tres fuentes se basó en la mina estando en operación, al contrario de estar cerrada.

Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Ct., Suite 1000
Reno, Nevada USA
Tel: +1 (775) 828-9604: Fax: +1 (775) 828-9645 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

La tabla siguiente indica las entradas usadas para modelar cada fuente, además del caudal promedio en la temporada de lluvias.

Tabla 1.1: Cantidad de Agua

Fuente	Condición de Precipitación	Temporada	Estatus de la Mina	Caudal de Salida Promedio (m^3/d)
WRD	60% de infiltración de roca de desecho no cubierto	Temporada de lluvias	En operación	525
Tajo LP	Precipitación neta húmeda	Temporada de lluvias	En operación	1,061
Tajo Quemita	Precipitación neta húmeda	Temporada de lluvias	En operación	607

1.2 Calidad de Agua

La calidad de agua se basó en los resultados de un modelo preliminar de calidad de agua (Golder, 2015). Se usó un promedio ponderado del flujo del total de las tres fuentes para determinar la química del afluente combinado. Esto se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: Base de Diseño del Afluente

Parámetro	Unidad	Regulación 351 de Panamá (Descarga a la Superficie o a Aguas Subterráneas)	Operación del WRD – no Cubierto - Anual/Máx. Húmedo	Operación del Tajo LP	Operación del Tajo Quemita	Base de Diseño de Tratamiento del Agua Afluente, Flujos Combinados
Flujo [1]	m^3/d	---	525	1,061	607	2,192
pH	SU	5.5 a 9	**3.8**	**3.8**	**3.8**	**3.80**
pe	mg/L como $CaCO_3$	---	7.7	6.5	6.8	6.87
Ag	mg/L	---	0.00021	0.000016	0.0000059	0.00
Al	mg/L	5.00	4.4	4.7	**17**	**8.03**
As	mg/L	0.50	0.017	0.033	0.0045	0.02
B	mg/L	0.75	0.042	0.057	0.13	0.07
Ba	mg/L	---	0.02	0.32	0.0073	0.16
Be	mg/L	---	0.0013	0.0019	0.0032	0.00
Ca	mg/L	1000	72	2.8	332	110.53
Cd	mg/L	0.01	0.0028	0.000049	**0.015**	0.00
Cl	mg/L	400	189	235	285	237.84
Co	mg/L	---	0.21	0.2	0.61	0.32
Cr	mg/L	0.050	0.0087	0.012	0.021	0.01

Parámetro	Unidad	Regulación 351 de Panamá (Descarga a la Superficie o a Aguas Subterráneas)	Operación del WRD – no Cubierto - Anual/Máx. Húmedo	Operación del Tajo LP	Operación del Tajo Quemita	Base de Diseño de Tratamiento del Agua Afluente, Flujos Combinados
Cu	mg/L	1.0	**54**	**114**	**1.4**	**68.46**
Fe	mg/L	5.0	**38**	**60**	**109**	**68.30**
Hg	mg/L	0.0010	0.00021	0.000027	0.000005	0.00
K	mg/L	---	0.4	3	4	2.65
Mg	mg/L	---	39	0.81	187	61.51
Mn	mg/L	0.30	**1.3**	**0.51**	**5.6**	**2.11**
Mo	mg/L	2.5	0.0081	0.019	0.00053	0.01
Na	mg/L	---	2.5	0.028	0.0053	0.61
Ni	mg/L	0.20	0.062	0.078	0.15	0.09
Pb	mg/L	0.05	0.018	0.032	0.0016	0.02
S(6)	mg/L	1000	262	6.8	**1467**	472.27
Sb	mg/L	---	0.016	0.038	0.0004	0.02
Se	mg/L	0.010	**0.021**	**0.038**	**0.019**	**0.03**
Sn	mg/L	---	0.000023	0.000024	0.000088	0.00
V	mg/L	---	0.011	0.019	0.043	0.02
Zn	mg/L	3.0	0.62	0.15	**3.2**	1.11

Notas:
Sombreado indica que el valor excede el estándar de descarga.

1.3 Objetivos de Tratamiento

Se revisaron las regulaciones de calidad del agua de Panamá para determinar los objetivos de tratamiento potenciales, junto con el punto de aplicación de estos objetivos. En algunas situaciones de tratamiento de agua de minas, los objetivos de tratamiento se basan en la protección de usos de las corrientes entrantes y de aguas abajo para establecer límites de descarga basados en la calidad de agua en vez de objetivos de salida de la tubería.

Se asumieron que los objetivos de tratamiento fueron equivalentes a los estándares en la Regulación 351 de Panamá que gobierna la descarga a la superficie o a aguas subterráneas (objetivo de tratamiento de salida de la tubería). También el estándar de Panamá para aguas superficiales, Clase de Regulación 1-C puede ser relevante, pero requerirá análisis adicional para determinar cómo se aplica al sitio basado en la modelación hidrológica y los requisitos de permiso final.

Tabla 1.3: Objetivos de Tratamiento y Eliminación Requerida

Parámetro	Unidades	Objetivo de Tratamiento	Valor Base del Diseño Afluente (IDB por sus siglas en inglés)	% Eliminación Requerida
pH	S.U. (unidades estándares)	5.5 a 9.0	3.80	---
Al	mg/L	5.00	8.03	38%
Cu	mg/L	1.00	68.46	99%
Fe	mg/L	5.00	68.30	93%
Mn	mg/L	0.30	2.11	86%
Se	mg/L	0.01	0.03	65%

2.0 DISEÑO ALTERNATIVO CONCEPTUAL PREFERIDO

Después de revisar el IDB, se desarrollaron algunas opciones de diseño de tratamiento de agua con base en la eliminación requerida de los seis parámetros que exceden los objetivos de tratamiento. Se determinaron que se requieren dos enfoques de tratamiento: uno para el pH y los metales y uno para el selenio.

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo de bloque (BFD por sus siglas en inglés) que representa las operaciones de unidades principales para el diseño alternativo conceptual preferido.

2.1 Tratamiento de Metales y pH

El enfoque más común para tratar el pH y los cuatro metales de interés es por medio de adición química y precipitación. La precipitación química involucra la adición de una base a la fuente de agua para aumentar el pH para alcanzar el punto de solubilidad mínima de los constituyentes de interés. El hidróxido de calcio (cal) es un reactivo típico de aguas mineras, debido a que muchas veces ya está en uso en otras partes del sitio de la mina y generalmente es económico. Puede ser posible incorporar soda cáustica al sistema de tratamiento para el ajuste del pH para reducir la generación de lodo, aunque típicamente es más caro y requiere más precauciones de seguridad para su almacenamiento.

La reacción de neutralización resulta en la formación de precipitados solidos de hidróxidos metales. Esto se conoce como el proceso de lodo de baja densidad (LDS por sus siglas en ingles), o precipitación convencional de cal. El proceso de lodo de alta densidad (HDS por sus siglas en inglés) también es común en las aplicaciones mineras. En una configuración HDS se recicla de regreso una porción pequeña de lodo al proceso para ayudar con la densificación del lodo. Típicamente, esto se usa en situaciones con cargas de mayor contenido de sólidos para disminuir la cantidad de deshecho generada. Sin embargo, debido al costo de capital mayor en comparación al LDS, esta aplicación no se considera necesaria.

Los sólidos precipitados son eliminados por medio de ya sea el asentamiento por gravedad en un clarificador convencional (que puede ser aumentado por medio de la adición de coagulantes y floculantes poliméricos), o por métodos de filtración (bolsa, cartucho, medio o membrana). Los sólidos separados por clarificación o por pasos de filtración típicamente están desecados más para minimizar el volumen de deshecho antes de su eliminación. Se usa comúnmente la filtración por presión (prensa de cinturón o prensa de filtro) como un proceso secundario del manejo de lodo. La importancia de reducir el volumen de lodo es dependiente de la distancia a la instalación de la eliminación de lodo y el costo de la eliminación. En algunos sitios de minas el tratamiento de agua de lodos de cal puede ser eliminado en el

sitio en partes de trabajos antiguos o en una instalación de almacenamiento de jales a un costo relativamente bajo. La precipitación de cal forma un lodo generalmente estable y no lixiviable que es adecuado para su eliminación en un relleno sanitario convencional (o en el sitio de la mina) sin tratamiento adicional o necesidad de aislamiento.

La reacción primaria de precipitación química es típicamente realizada a un pH de 9 a 11 para la mayoría de las aguas afluentes de la minería. El aluminio, cobre, hierro y manganeso generalmente se precipitan dentro de este rango de pH. El aluminio se tiende a precipitar mejor a valores de pH menores, mientras el manganeso prefiere el extremo superior de la gama. Se anticipa la eliminación por debajo de los objetivos de tratamiento para todos los cuatro metales.

Como paso final en el proceso, el pH del agua tratado necesitará ser reajustado de vuelta por lo menos a 9, típicamente con un ácido fuerte de mineral (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico) o por medio de adición de dióxido de carbono (CO_2).

2.2 Tratamiento de Selenio

Para los objetivos de esta evaluación, se ha supuesto que todo el selenio está presente en forma de seleniato, la forma más común encontrada en aplicaciones de minería. El seleniato así como el selenita son removidos dentro de un sistema de precipitación de metales y entonces no pueden ser tratados de la misma manera como los otros metales.

El tratamiento biológico es actualmente una de las tecnologías de eliminación de selenio más comúnmente implementado. Los procesos de tratamiento biológico para la eliminación de selenio generalmente están operados en una configuración de película fija. En un sistema de película fija, se adjuntan microbios a la superficie de un medio de crecimiento. Las tecnologías de película fija están disponibles como sistemas de cama fija o reactores de lecho fluidizado. El agua del sito requerirá la suplementación bio-nutritiva con una fuente de carbono (etanol, metanol o melazas se utilizan comúnmente), una fuente de nitrógeno (urea o amoníaco) y una fuente de fósforo (ácido fosfórico) para la actividad consistente microbiana y el tratamiento eficiente.

Para la eliminación de selenio, el proceso de biotratamiento opera anaeróbicamente; sin embargo, un paso de pulido aeróbico típicamente está incluido para remover nutrientes residuales y re-airear el flujo tratado antes de su descarga al medio ambiente. Si el sulfuro de hidrogeno este presente tendrá que ser removido andes del paso de tratamiento biológico de aireación para prevenir la liberación de sulfuro. Se puede añadir el hierro para unirse al sulfuro de hidrógeno en una forma sólida como el sulfuro férrico.

El selenio biológico opera más eficientemente a temperaturas cálidas en un rango de 60–90°F (15 32°C).

3.0 ESTIMACIONES DE COSTOS DEL PRESUPUESTO

Se proporcionan los costos aproximados del presupuesto para permitir una manera de diferenciar aún más entre las opciones conceptuales de tratamiento. Este presupuesto se considera como una estimación de Clase 5 por la Práctica Recomendada Internacional Número 18R-97 del Sistema de Clasificaciones de Estimaciones de Costos de la Association for Advancement of Cost Engineering (Asociación del Avance de Ingeniería de Costos) (AACE por sus siglas en inglés) – Como Se Aplica en la Ingeniería, Adquisiciones y Construcción para Industrias de Proceso (AACE 2012). La definición de una estimación de Clase 5 es a la siguiente:

> *Las estimaciones de Clase 5 generalmente se preparan con base en información limitada, y subsecuentemente tienen rangos amplios de precisión. Así, algunas compañías y organizaciones han elegido determinar que debido a las inexactitudes inherentes, tales estimaciones no pueden clasificarse en una manera convencional y sistemática. Las estimaciones de Clase 5, debido a los requisitos para uso final, pueden ser preparadas dentro de una cantidad muy limitada de tiempo y con poco esfuerzo*

expendido – a veces requiriendo menos de una hora para prepararse. Muchas veces, en el momento de preparar la estimación, se sabe poco más del tipo de planta propuesto, ubicación y capacidad.

Estos son estimaciones en el orden de magnitud aproximado (ROM por sus siglas en inglés) con base en las cotizaciones de proveedores y proyectos anteriores de Golder; están destinados a dar una indicación del orden de magnitud global de los costos anticipados. Una estimación de Clase 5 se prepara con una exactitud de +100/-50%. Los costos son los costos totales instalados que incluyen la ingeniería, el equipo y la instalación. Estos costos son típicos para América del Norte y requerirán un ajuste para construcción en Panamá. La estimación de costos de la opción preferida, precipitación de cal y clarificación de pH y eliminación de metales seguido por el tratamiento de selenio, es $13,200,000.

Tabla 3.0: Estimaciones de Costos del Presupuesto

Parámetro Objetivo	Proceso de Tratamiento	Costo
pH y metales (aluminio, cobre, hierro, manganeso)	Precipitación y clarificación de cal	$ 7,200,000
Selenio	Biotratamiento	$ 6,000,000
Total		**$ 13,200,000**
+100%		$ 26,400,000
-50%		$ 6,600,000

4.0 MEDIDAS DE AHORRO PARA COSTOS

La opción preferida descrita anteriormente representa el diseño con los equipos de más fácil manejo. A continuación son algunas medidas de ahorro de costos que podrían ser implementadas para reducir aún más el costo. Estas incluyen:

- Colocar todo el equipo afuera en un patio o superficie plana en vez de ponerlo en un edificio pre-fabricado de metal
- Remover el tanque de ecualización de afluente (si los flujos de las tres fuentes están consistentes)
- Reemplazar el clarificador con piletas de asentamiento
- Remover el tanque es almacenamiento de lodo y presa de filtro y mandar todo el lodo residual a los trabajos de la mina o tajo abierto

Se estima que eso reduciría el costo del sistema de precipitación y clarificación de cal de aproximadamente $7.2 millones a $4.5 millones, como se muestra en la Tabla 4.0. La Figura 2 muestra el BFD que representa las operaciones unitarias más importantes para la alternativa de diseño conceptual preferido con las medidas de ahorro de costos implementadas. Es importante considerar ambos costos de capital y operacionales de las opciones de tratamiento de agua para determinar los costos del ciclo de vida. Reemplazar el clarificador con una pileta de asentamiento disminuye los costos de capital pero podría aumentar los costos operacionales debido a que el manejo de lodo en una pileta de asentamiento puede ser difícil y de mano de obra intensiva. Para la próxima etapa de evaluación, se recomienda realizar un análisis alternativo que incluya los costos operacionales.

Tabla 4.0: Costos de Estimaciones del Ahorro de Costo del Presupuesto

Parámetro Objetivo	Proceso de Tratamiento	Costo
pH y Metales (aluminio, cobre, hierro, manganeso)	Precipitación y Clarificación de Cal	$ 4,500,000
Selenio	Biotratamiento	$ 6,000,000
Total		**$ 10,500,000**
+100%		$ 21,500,000
-50%		$ 5,250,000

5.0 OPCIONES ALTERNATIVAS DEL DISEÑO CONCEPTUAL

Hay algunas opciones alternativas de diseño para el tratamiento de pH, metales y selenio. No fueron seleccionadas como la alternativa preferida por una variedad de razones, que se listan respectivamente en cada sección a continuación.

5.1 Filtración para el Selenio

La filtración incluye procesos que separan físicamente los sólidos suspendidos del flujo tratado. Se selecciona el equipo de filtración con base en la distribución del tamaño de partícula de los sólidos en el flujo tratado. Se implementan comúnmente los procesos de membrana para el tratamiento de selenio, tal como la osmosis inversa (RO por sus siglas en inglés). RO es capaz de remover especies disueltas, producir un permeado esencialmente destilada (desionizada) como efluente tratado. RO requerirá la pre filtración y posiblemente otros pasos de pre-tratamiento (ajuste de pH, adición de antiincrustante o biocida) para la operación eficiente. Sin embargo, el selenio es simplemente concentrado en la salmuera, y el tratamiento o la disposición de salmuera tienen que ser considerado como parte de la evaluación. El tratamiento de salmuera puede ser tan caro como la unidad RO sola. Al menos que un método económico de disposición esté disponible en el sitio, RO no es una opción viable debido a las limitaciones de costos.

5.2 Tratamiento de Metales y Selenio Combinados

La electrocoagulación (EC por sus siglas en inglés) ha demostrado eliminar metales y selenio abajo del límite de descarga en aguas residuales mineras similares. La adición química, como fue descrita anteriormente, aún sería necesaria para aumentar el pH hasta dentro de límites aceptables. La EC se basa en pasar una corriente eléctrica mediante el agua lo que promueve la desestabilización, coagulación y asentamiento de material suspendido y la precipitación de material disuelto mediante una disolución gradual de hierro o placas de aluminio. Debido a que no se añaden químicos en el proceso, los volúmenes de lodo producidos típicamente son menores a la precipitación y coagulación de química convencional. El sistema de electrocoagulación también reemplaza la adición química y tanques de mezcla requeridos en un sistema más tradicional de adición química/coagulación. La separación y el manejo de los sólidos son similares a lo requerido para un sistema de tratamiento a base de coagulante químico. El proceso de electrocoagulación se optimiza por medio de una fuente de agua en particular para controlar las materiales de la camára de reacción (hierro, aluminio, titanio, grafito, etc.), el amperaje y el voltaje, el tiempo de retención hidráulica (HRT por sus siglas en inglés), y el tratamiento de pH. El HRT requerido es típicamente más corto que la coagulación convencional y/o sistemas de precipitación – usualmente en el orden de unos momentos. Sin embargo, se requiere mucho más potencia para el EC que cualquier otro sistema convencional.

El equipo de proceso importante para el EC incluyen un recipiente de reacción, un clarificador circular de gravedad convencional (u otro proceso de separación de sólido/líquido), y un proceso de manejo de

sólidos (desagüe). Las placas metálicas paralelas en el recipiente de reacción funcionan como ánodos y cátodos para la aplicación de corriente eléctrica al flujo de entrada.

Hasta este momento Golder no ha tenido de conocimiento que los sistemas EC no han sido demostrados en aplicaciones de minería. No hay muchas aplicaciones en el mundo real para demonstrar la confiabilidad, y su requerimiento de alta potencia y los requerimientos de reemplazo de placas los hacen sistemas difíciles manejar en áreas remotas. En resumen, EC ha mostrado cierta capacidad para tratar selenio a niveles bajos, pero esto no ha sido demostrado consistentemente en aplicaciones a gran escala. Por lo tanto, no se consideró este proceso.

6.0 CIERRE

Nosotros apreciamos la oportunidad de continuar proveyendo servicios a PRO para la mina de Cerro Quema. Si PRO tiene alguna pregunta o comentario sobre esta carta o si requiere información adicional que pueda contribuir a la selección de una alternativa predilecta, no dude en contactar a los abajo firmantes.

Atentamente.

GOLDER ASSOCIATES INC.

Melissa Rhodes, EIT
Ingeniera de Proyecto - Procesos Ambientales

Tom Rutkowski, PE
Asociado, Ingeniero Senior

Figuras:

1 Diagrama de Flujo de Bloques – Opción Predilecta
2 Diagrama de Flujo de Bloques – Opción predilecta con medidas para ahorro de costo

Cc: Gene Tortelli, Kevin Conroy

MR/TR/sj

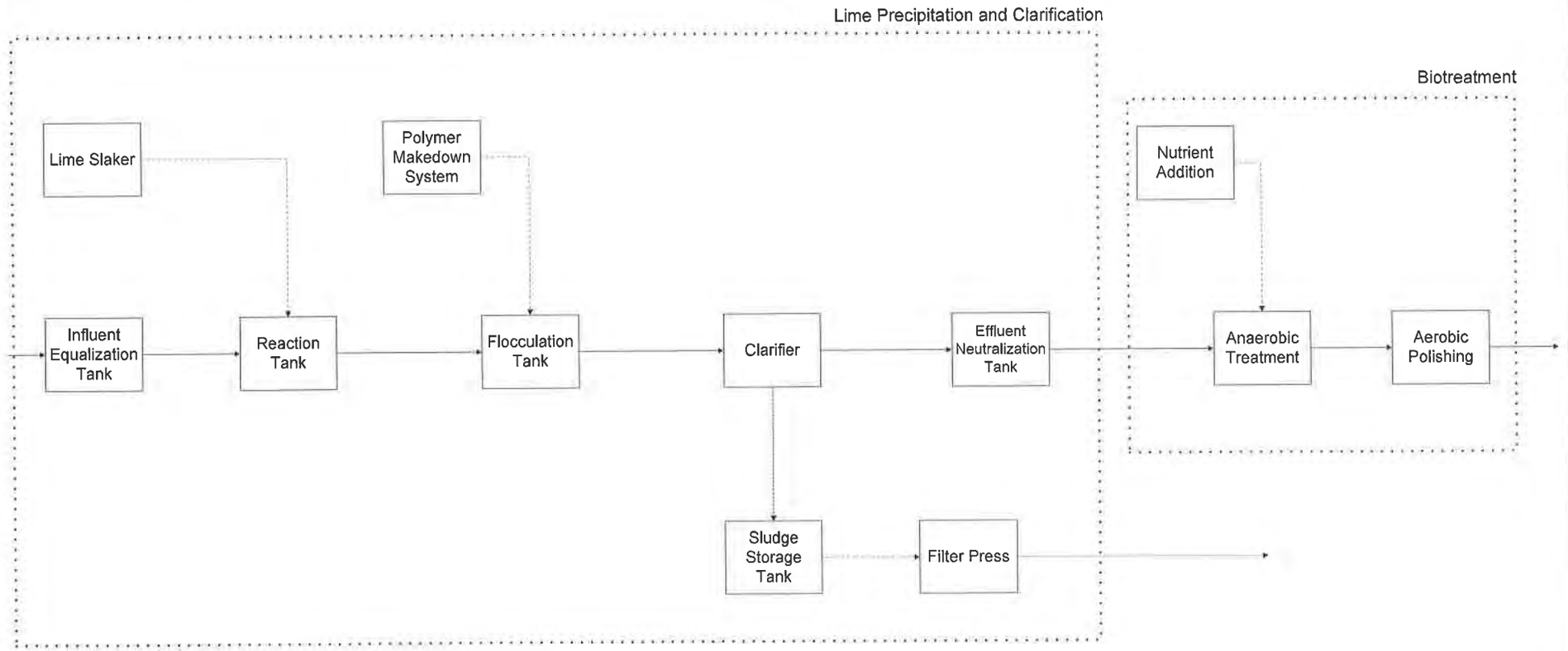
15244.sp.doc

7.0 REFERENCIAS

Association for Advancement of Cost Engineering (AACE). 2012. AACE International Recommended Practice No. 18R-97, Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries.

Golder, 2015. Task 1B: Preliminary Water Quality Modeling. Prepared for Pershimco Resources, Inc. by Golder Associates Inc. Dated September, 2015.

FIGURAS



Golder Associates Denver, Colorado

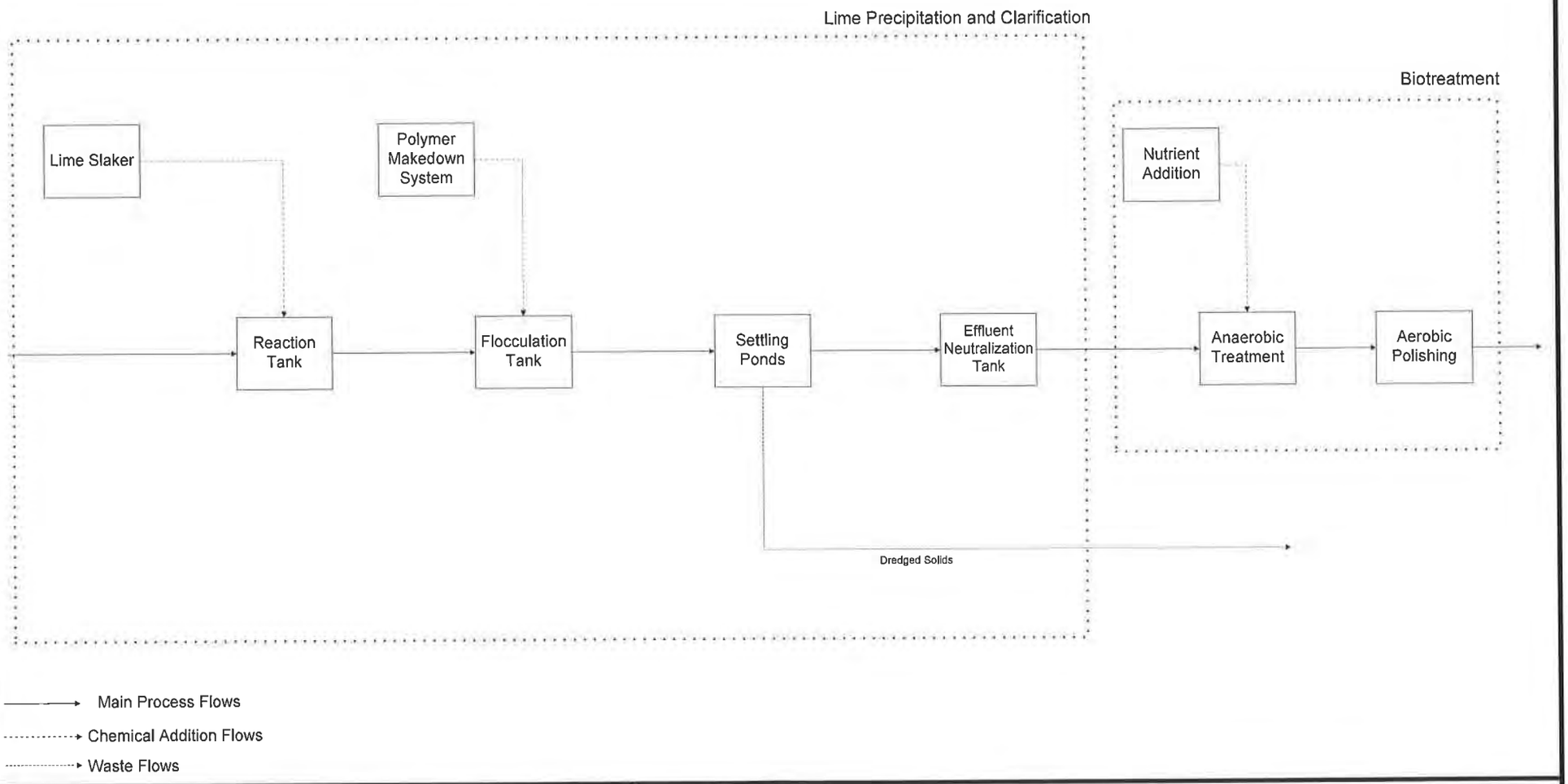
CLIENT/PROJECT

Pershimco Resources Inc.

TITLE

Preferred Alternative Block Flow Diagram

DRAWN	MLR	DATE	8/14/2015	JOB NO.	1530437
CHECKED	TR	SCALE	Not To Scale	DWG. NO.	NA
REVIEWED	KWC	FILE NO.		FIGURE NO.	1



Golder Associates Denver, Colorado

TITLE: Preferred Alternative Block Flow Diagram With Cost Saving Measures

CLIENT/PROJECT: Pershimco Resources Inc.

DRAWN	MLR	DATE	8/14/2015	JOB NO.	1530437
CHECKED	TR	SCALE	Not To Scale	DWG. NO.	NA
REVIEWED	KWC	FILE NO.		FIGURE NO.	2

4374

ANEXO 3.11

Contrato Golder

~~4375~~
1376

Golder Associates

January 4, 2016 P1522519

Sr. Pierre Bureau
Pershimco Resources, Inc.
11, Perreault Street East
Rouyn-Noranda, Quebec
Canada J9X 3C1

RE: PROPOSAL TO PERFORM AIR DISPERSION MODELING IN SUPPORT OF THE RESPONSE TO ANAM QUESTIONS

Dear Pierre:

Golder Associates Inc. (Golder) is pleased to provide this proposal to assist Pershimco responding to the comments sent by ANAM. Specifically, in this proposal Golder is proposing to perform refined air dispersion modeling in order to predict air quality concentrations related to fugitive dust (PM10 and PM2.5), hydrogen cyanide (HCN), and mercury (Hg) emissions and deposition of hazardous particles from the proposed Cerro Quema project. Note that the air quality analysis for fugitive dust particles is required for the response to ANAM Question No. 23, air quality analysis for HCN and Hg is required for the response to ANAM Question No. 24, and the deposition analysis is required for the response to ANAM Question No. 50.

The air quality analysis will include the following tasks:

- Meteorological data analysis – using hourly on-site meteorological data from the most-recent 1-year period, Golder will prepare "model-ready hourly meteorological data", which includes:
  - Wind speed
  - Wind direction
  - Ambient temperature
  - Pressure
  - Relative-humidity
  - Precipitation
  - Cloud cover (obtained from separate source)
  - Land-use parameters – albedo, bowen ratio, surface roughness (obtained from separate source)
- Air Quality data analysis – use existing air quality monitoring data for the project site and analyze data to obtain background air quality concentrations
- Terrain data processing – process digital elevation model files (using AERMAP processor) to extract receptor elevation and hill height scales required for the air dispersion model to perform calculations in complex terrain
- Estimation of fugitive dust emissions (PM10 and PM2.5) – Estimate PM10 and PM2.5 emissions from the mining process using process flow diagrams, activity area maps, detailed design material throughput (daily and annual), information about the mining equipment (haul capacity, horsepower ratings, etc.) and EPA-recommended emissions estimation techniques. Since mining operations occur for many years, the year with most

Golder Associates Inc.
595 Double Eagle Court, Suite 1000
Reno, NV 89521 USA
Tel: (775) 828-9604 Fax: (775) 828-9645 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

material movement will be used as the worst-case emissions generation scenario. Air quality impacts are directly proportional to mass emissions rates.

- Performing air dispersion modeling using EPA-recommended AERMOD modeling system
- Predicting 24-hour and annual-average PM10 and PM2.5 impacts at sensitive receptor locations
- Predicting 24-hour and annual average impacts HCN and Hg
- Developing concentration contours for PM10, PM2.5, HCN, and Hg
- Comparing maximum impacts to existing air quality standards for PM10 and PM2.5 and other recommended thresholds for HCN and Hg
- Perform deposition modeling in order to predict total deposition of particles in specific areas and use the dust composition to predict maximum deposition of any hazardous particles
- Preparing report

Golder will need the following information:

- Hourly on-site meteorological data for 1-year period with the parameters 1.a through 1.f mentioned above
- Existing air quality monitoring data
- Mining plan with detailed throughput of material movement between major activity areas (mine pits, waste dumps, ROM, etc.)
- Details of blasting and drilling (frequency, no. of holes)
- Details of bulldozing, grading, scraping (no. of equipment, daily or annual hours, daily or annual estimated areas)
- Haul distances between major activity areas
- Fleet information – number and model of haul trucks, bulldozers, graders, excavators, etc.
- Process flow diagrams showing material movement in material processing area and various conveyor drop points
- Material process information – crusher, ball milling, sag milling, etc.
- Silt data – particle size fraction information for surface material
- Digital elevation file – Digital file containing terrain elevations in the project area (AUTOCAD dxf, XYZ, or DEM format) with preferably 10 m to 30 m resolution
- What is the agricultural land use in the area
- What are the likely impacts of the metal loading onto the soil and the potential human or ecological health risk of the incremental loading to the soils and uptake by crops

Golder proposes the following budget for the above-mentioned tasks:

- Air quality analysis for fugitive dust - $19,500
- Air quality analysis for HCN and Hg - $4,000
- Deposition analysis for hazardous particles - $4,000
- Translation of report into Spanish - $3,000

To accept this proposal, please sign the attached proposal acceptance form and send or fax a copy back to Golder. Golder appreciates the opportunity to assist Pershimco. If you have any questions, please contact us at (775) 828-9604.

Sincerely,

GOLDER ASSOCIATES INC.

Todd Minard, PE
Senior Consultant

Benny Susi, PE
Principal

Attachment: A – Proposal Acceptance Form

BS/TM/cal

16010.doc

~~1377~~
1378

GOLDER ASSOCIATES INC.
PROPOSAL ACCEPTANCE FORM
(Terms and Conditions)

PROPOSAL NUMBER: P1522519

RE: Proposal to Perform Air Dispersion Modeling in Support of the Response to ANAM Questions

SUBMITTED this 4th day of January, 2016.

BY: Todd Minard, for Golder Associates Inc.

The Proposal dated January 4, 2016, attached hereto and the Golder Associates Inc. Terms and Conditions (GAIUS F34 RL4, dated 4/2015), comprise the entire Agreement between Golder Associates Inc. and Client.

ACCEPTED this 5 day of January, 2016.

BY: Octavio Choy
(Authorized Representative's Signature on Behalf of **Client**)

NAME: (Print or Type) Octavio Choy

TITLE: (Print or Type) V.P. Latin America.

FOR: Client Name and Address (Print or Type)

Phone: _____ Fax: _____

Please address invoices to:	**Please address deliverables and notices to: Same as invoices: Yes / No, address to:**
ATTN:	ATTN:

BY: _____
(Authorized Representative's Signature on Behalf of Golder Associates Inc.)

NAME: (Print or Type) Todd Minard

TITLE: (Print or Type) Senior Consultant

ANEXO 3.12

Informe de modelación de emisiones de horno de fundición

1379
1390

2014

CORPORACION QUALITY SERVICES

INFORME DE MODELACION EMISIONES DE HORNO DE FUNDICION

SNC·LAVALIN

PROYECTO MINERA CERRO QUEMA

Applus+ ISO 9001 EC-7190/12 Certification Technological Center

PANAMÁ

MODELACIÓN DE EMISIONES DE FUENTE FIJA

DATOS GENERALES

Empresa	SNC LAVALIN PANAMÁ
Ubicación del Proyecto	Minera Cerro Quema
Contraparte Técnica	Ing. Claudia Alvarado
Fechas de Promedio Temporal	Del 11 al 15 de Mayo de 2014
Software	Disper 5.2 Avanzado
Objetivo	Modelación de las emisiones atmosféricas del horno de fundición que se instalará en el proyecto Minera Cerro Quema.

CONDICIONES DE LA MODELACIÓN

Altura de la chimenea	9 m
Velocidad de salida del gas	300 m/s
Temperatura de salida del gas	450 K
Diámetro del ducto de salida del gas	0.61 m
Tasa de emisión	0.394 g/s de PTS 0.600 g/s de SO2 (utilizar para el NOx)

* Todos los datos de la modelación fueron proporcionados por SNC Lavalin Panamá.

~~1330~~
1331

CONDICIONES AMBIENTALES DE MODELACIÓN

Días	Temperaturas Promedio (°C)	Velocidad Promedio (m/s)	Direcciones del Viento (de 0 a 360 grados)
ENERO 2014	23.21	4.6	125
FEBRERO 2014	23.50	5.3	111
MARZO 2014	24.06	4.8	101
ABRIL 2014	23.70	5.2	102
MAYO 2014	23.82	5.7	101
JUNIO 2014	24.51	5.3	118

Fuente: SNC Lavalin Panamá

TABLA DE RESSULTADOS

Distancia de la Fuente (m)	Conc. de PTS (µg/m3)	Conc. de Gases (µg/m3)
500	2.64	2.42
1000	1.28	2.38
1500	0.54	0.89
2000	0.50	0.70
2500	0.25	0.35
3000	0.17	0.26
555	3.44 (concentración máxima)	---
611	---	7.32 (concentración máxima)

Concentraciones dadas en la dirección Sureste (135°), que es el cuadrante dentro del cual predominó la dirección del viento.

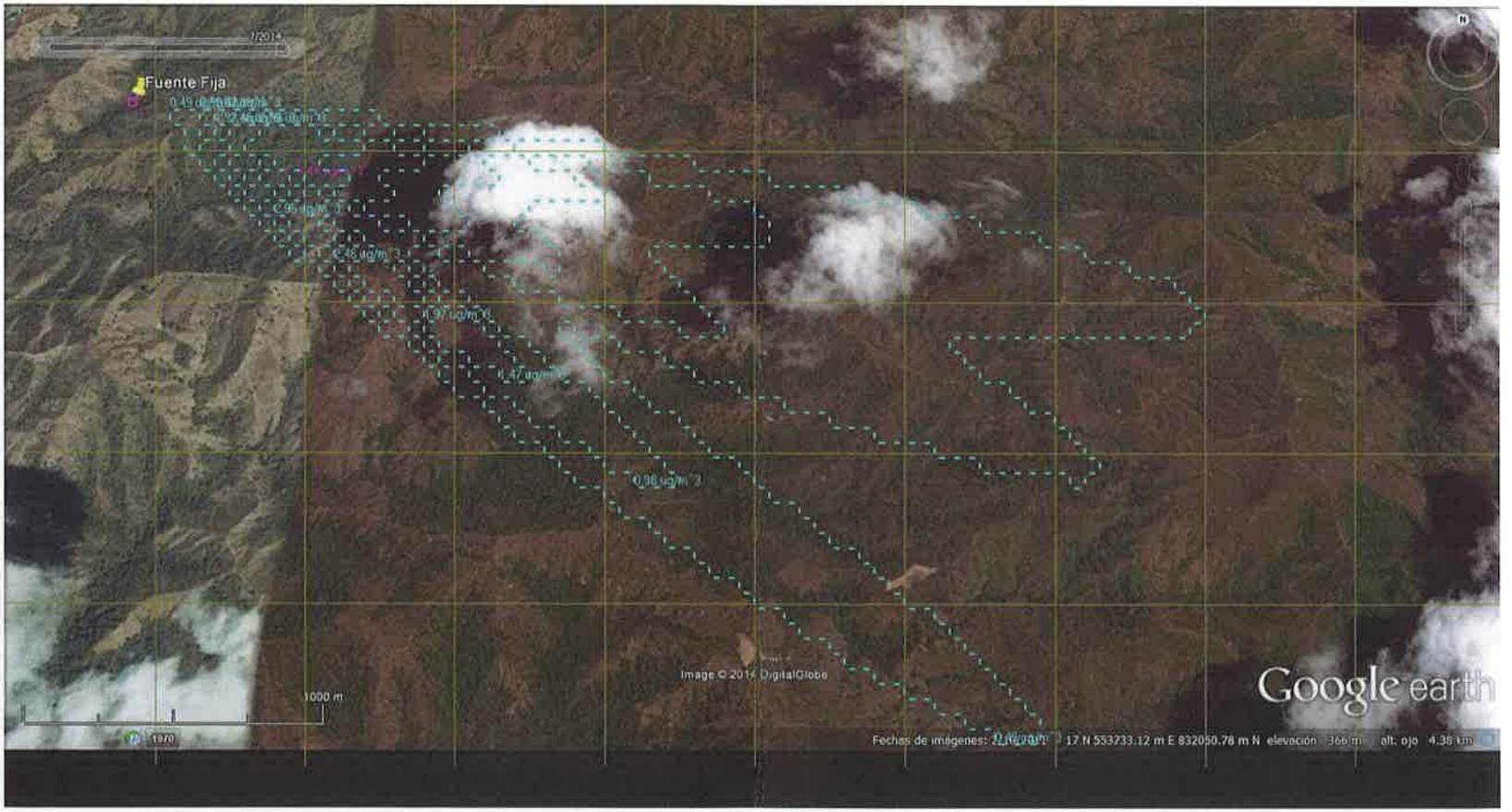
CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos con las condiciones de modelación y datos meteorológicos se concluye que, las futuras emisiones (concentración máxima de PTS, SO2 y NOx) del horno de fundición se darán a 555 metros para el PTS y 611 metros para los gases.

Es importante mencionar que la instalación estará funcionando solo 4 veces a la semana, durante 4 horas cada vez. Esto hace un total de 16 horas de operación semanales.

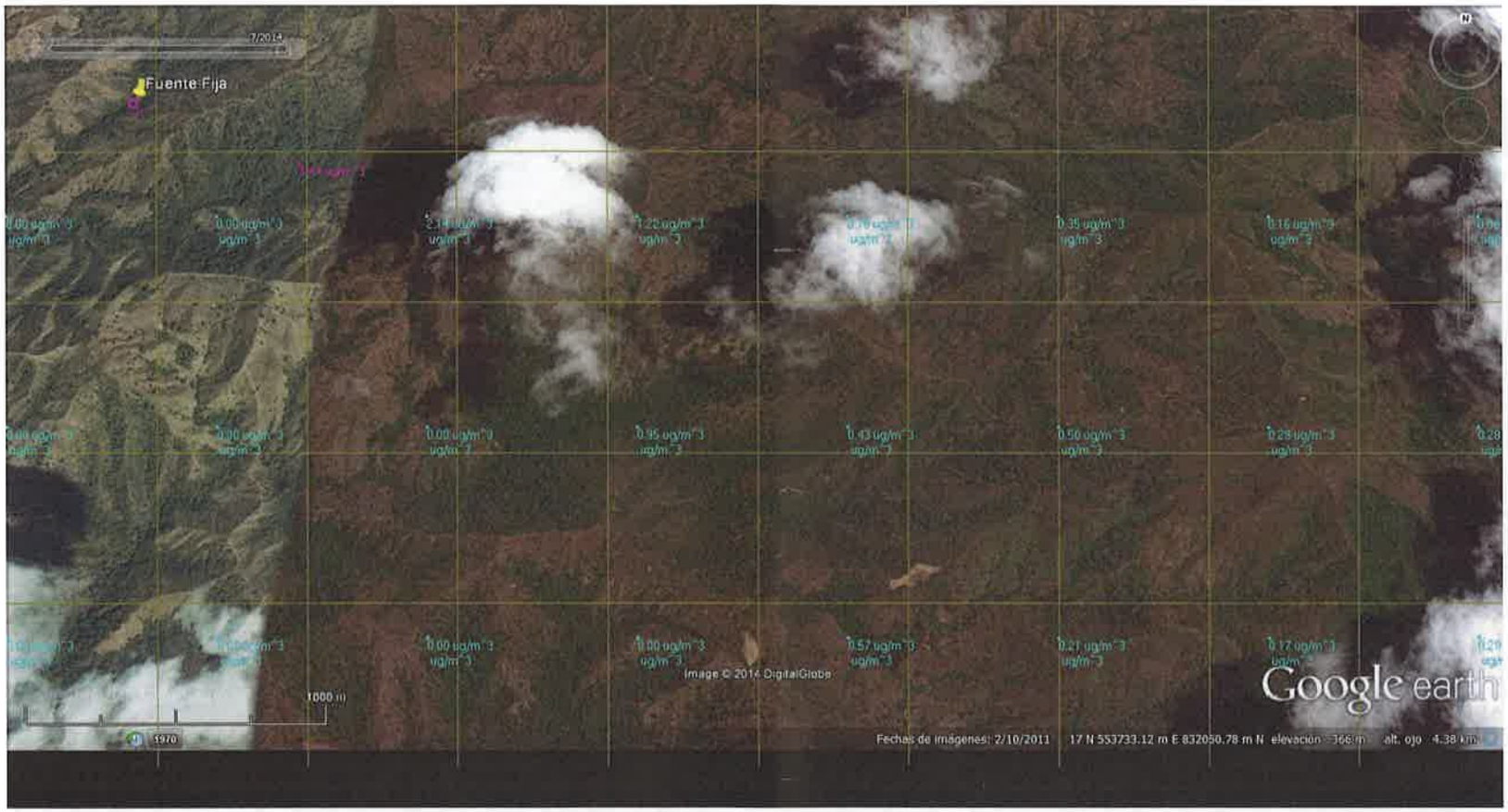
Elaborado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Lemel Gouldbourne	Alcides Vásquez	Alcides Vásquez

MODELACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

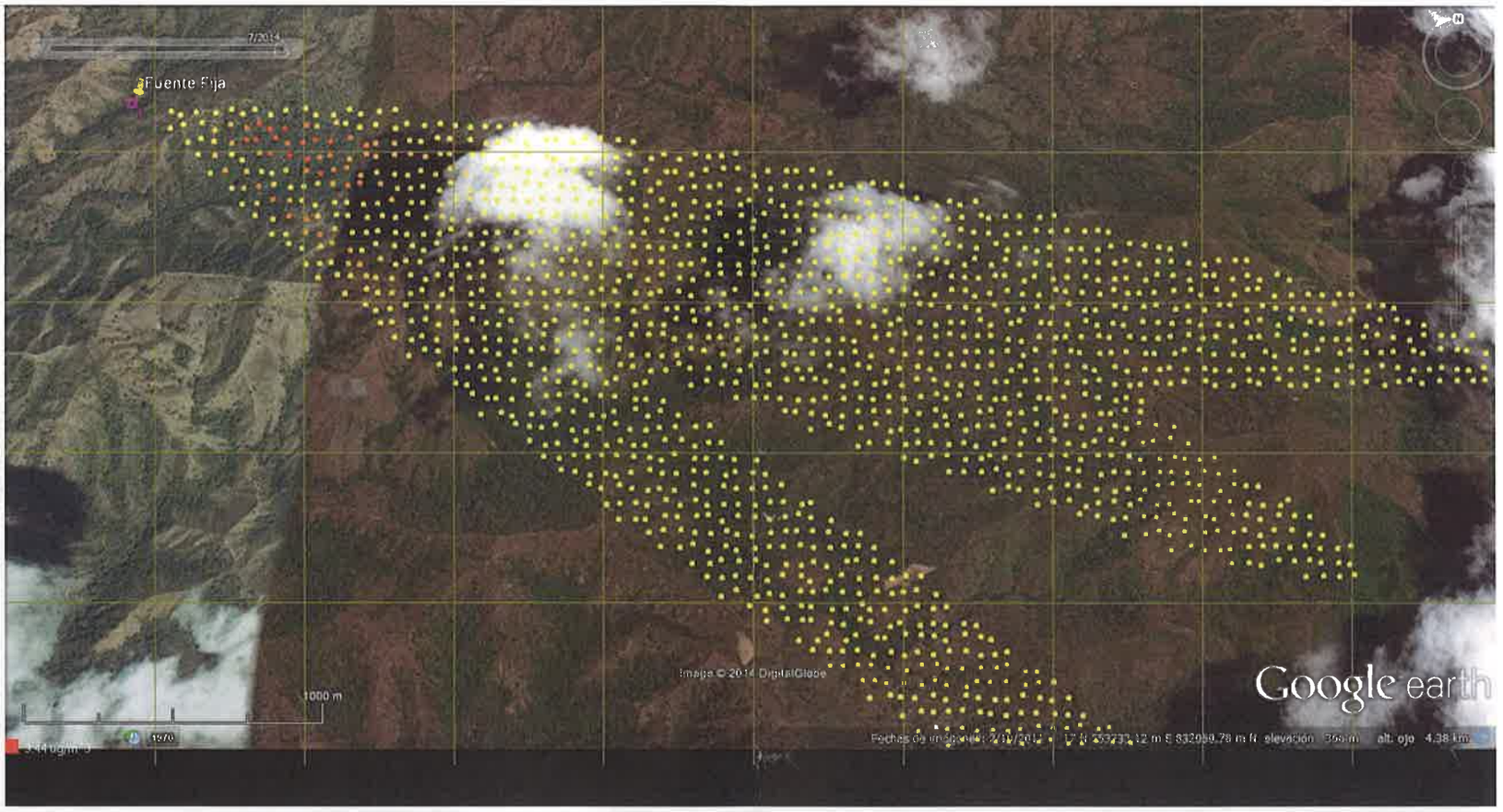


Líneas de PTS

1382

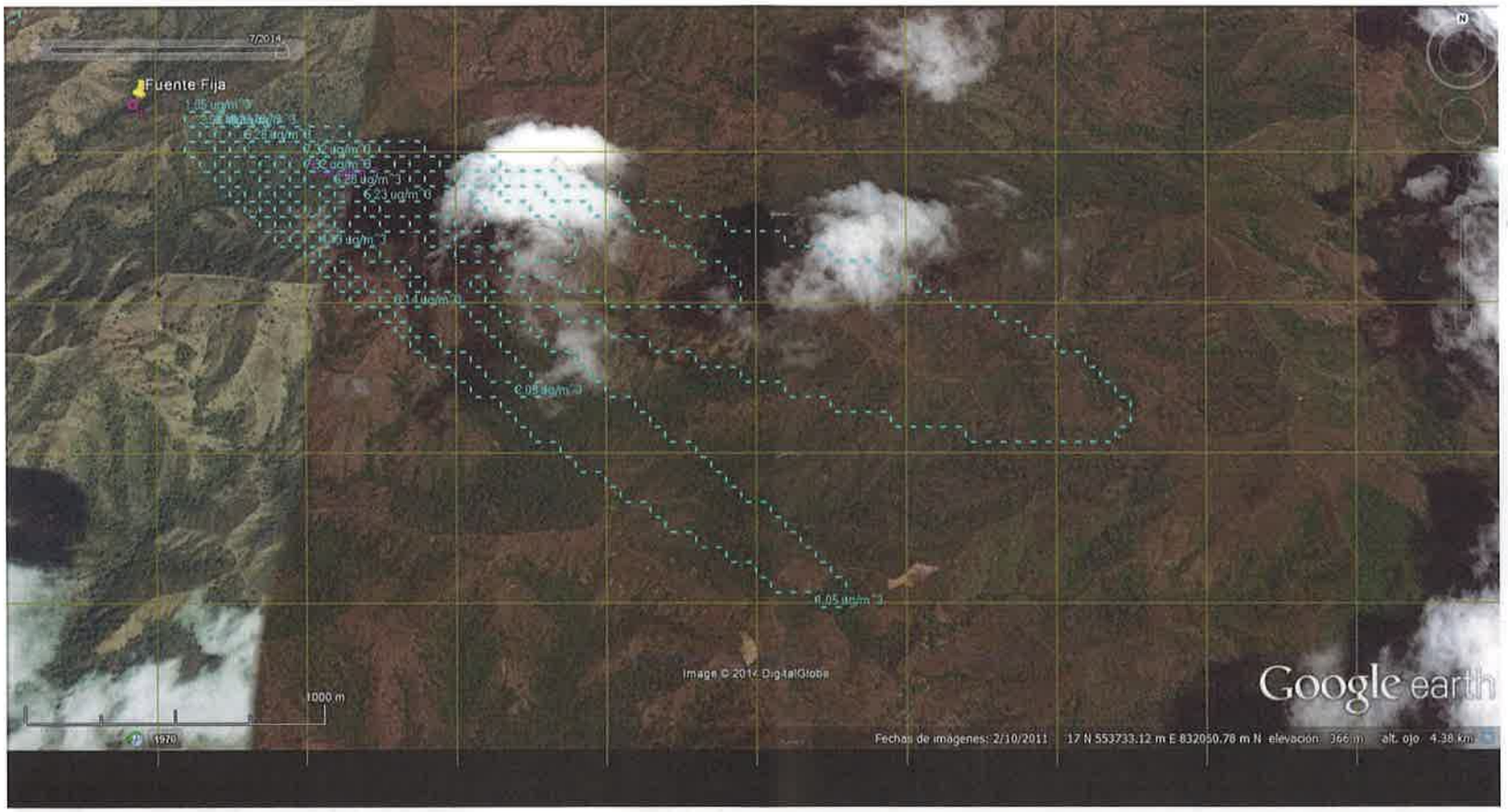


Malla de PTS

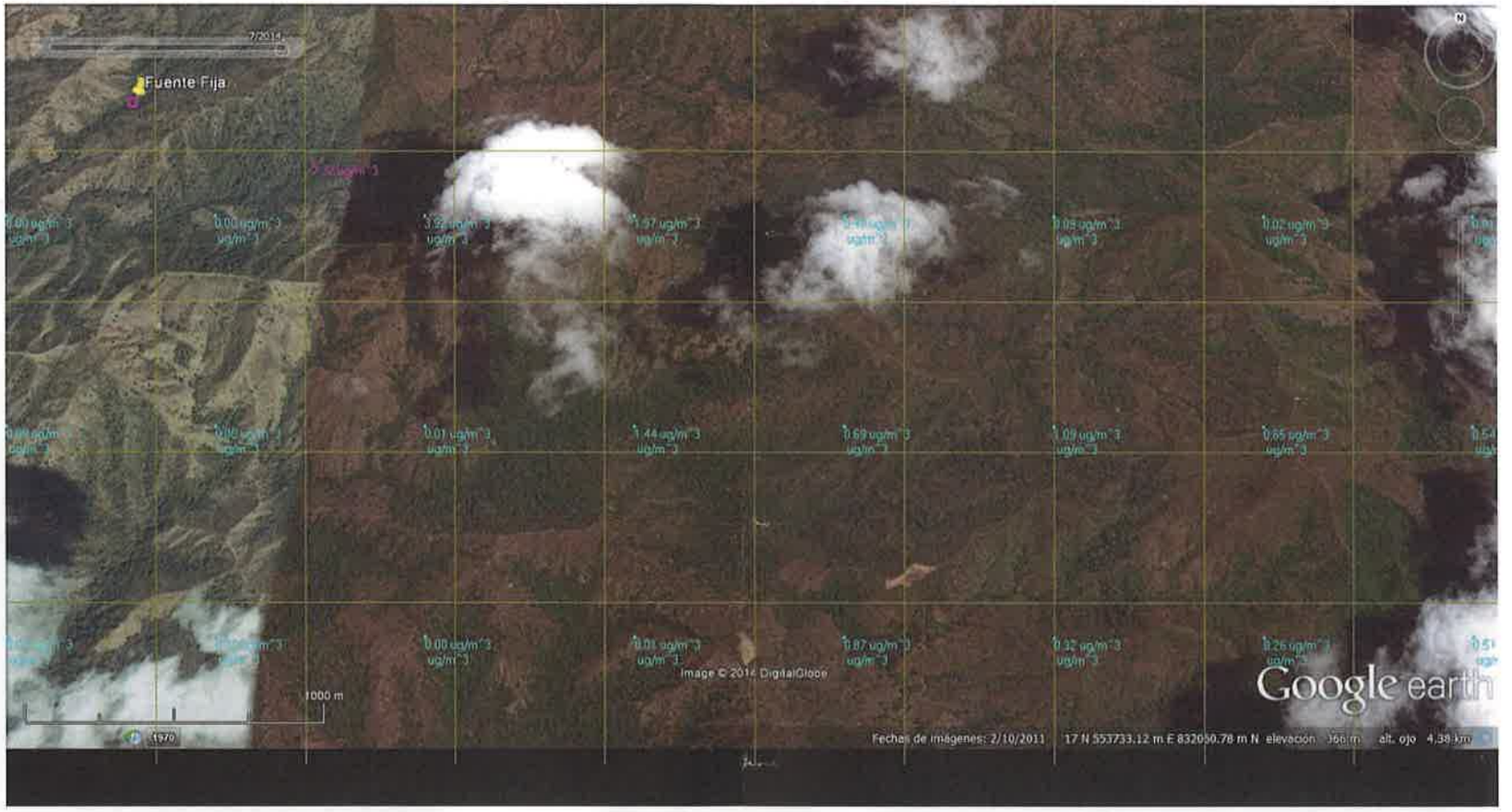


Difuminado de PTS

1382
1383

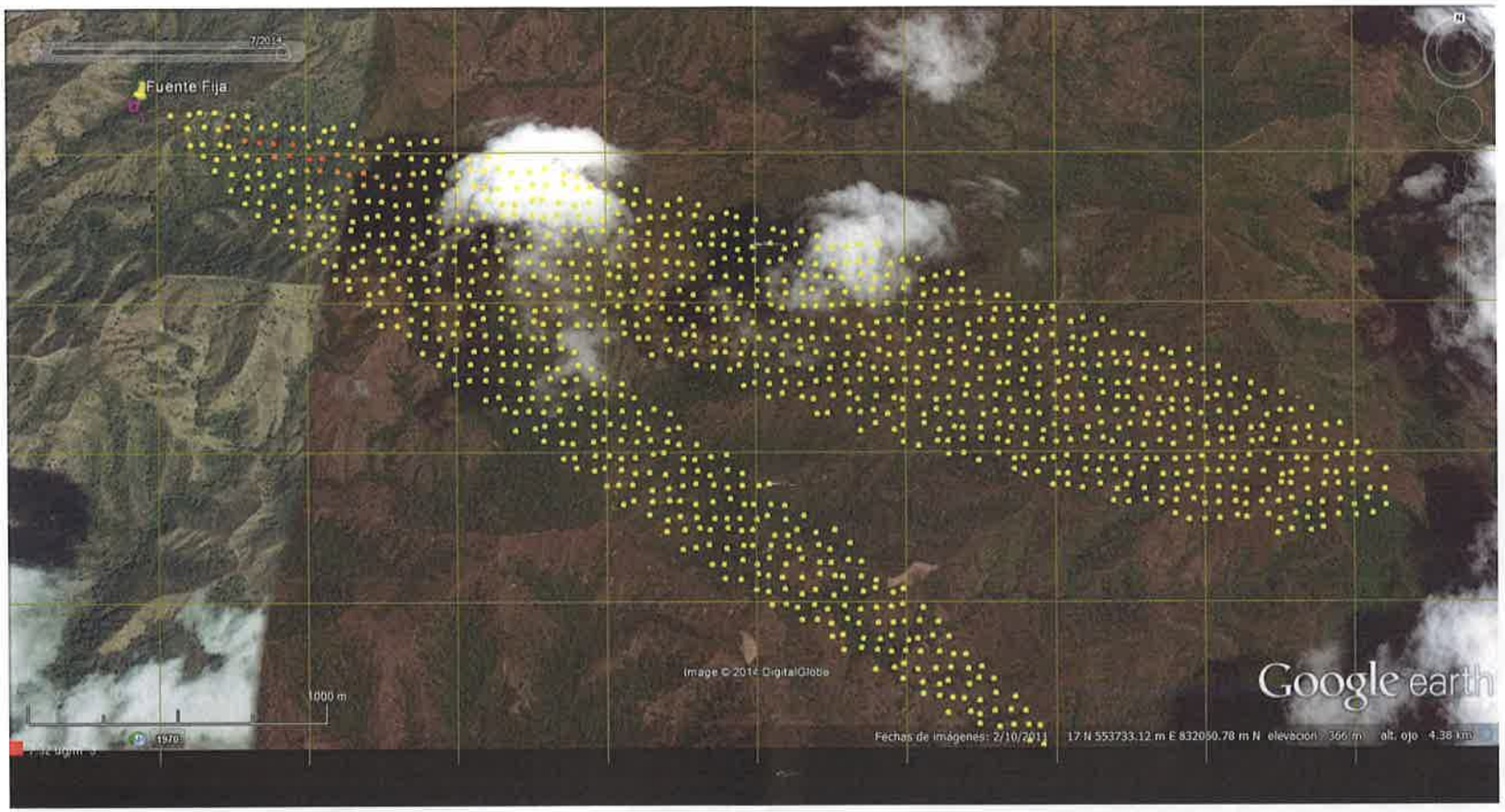


Líneas de Gases



Malla de Gases

1383
1381

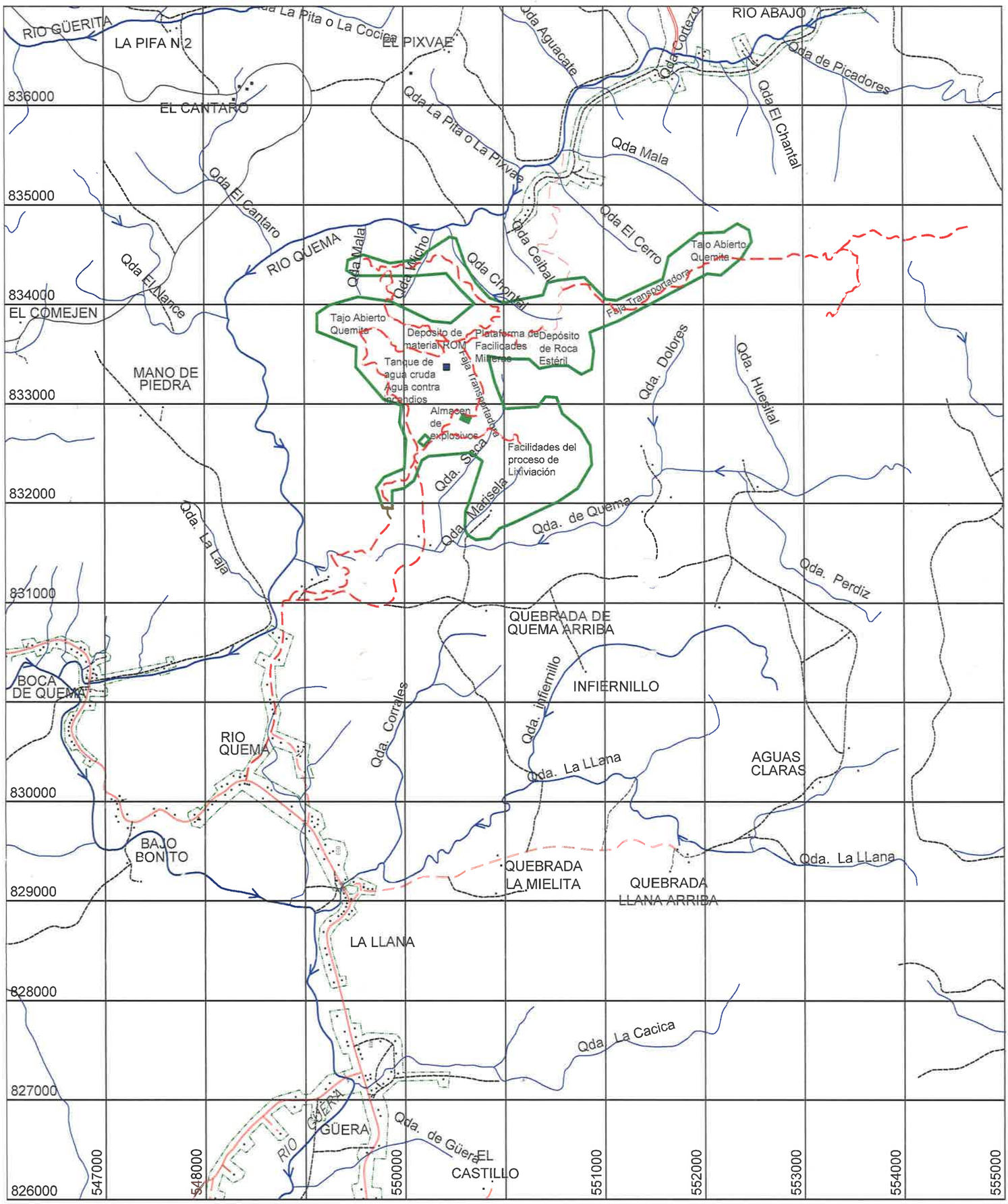


Difuminado de Gases

~~1384~~
1385

ANEXO 3.13

Mapa Hidrográfico



MAPA HIDROGRAFICO DE LA ZONA DE PROYECTO

ESCALA 1/50000

~~1387~~
1388

Si-007-16

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscribe, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con correo electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurro ante usted, con mi habitual respeto, a fin de solicitar acceso al expediente del Estudio de Impacto Ambiental del **PROYECTO MINERO CERRO QUEMA,** ubicado en el área de Los Santos, Categoría III, cuyo promotor es QUEMA S.A.

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

V°B°
26/1/16

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

4388
1389

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

MEMORANDO-DEIA-0061-2201-2016

Para: **EUSTORGIO JAEN**
Unidad de Economía Ambiental

De: **DESIREE SAMANIEGO**
Jefa Encargada de Evaluación de Impacto Ambiental

Asunto: Envío de Información Complementaria.

Fecha: 22 de enero de 2016.

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios al respecto del mencionado documento, lo más pronto posible.

No. de expediente: IIIM-001-15

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente.

MPO/ds/ab

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIPROCA
Recibido por: Daisel Costa
Fecha: 4/2/16
Hora: 8:26
Número de Control:

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

~~1389~~
1390

Panamá, 25 de enero de 2016
DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-15

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Ingeniera
VIELKA GARZOLA
Unidad Ambiental
MOP
E. S. D.

Ingeniera Garzola:

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios a más tardar ocho (8) días hábiles después de haberlo recibido. De lo contrario asumiremos que no se tiene objeción a la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental.

No. de expediente: IIIM-001-15

Sin otro particular, nos suscribimos

Atentamente

DESIREE SAMANIEGO
Jefa Encargada de Evaluación de Impacto Ambiental

DS/ab
ab

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
SECCIÓN AMBIENTAL
RECIBIDO POR: [signature]
FECHA: 1/02/16 HORA: 3:15 P.M.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 25 de enero de 2016
DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-16

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Ingeniero
TEMISTOCLES VELARDE
Dirección Nacional de Recursos Minerales
MICI
E. S. D.

Ingeniero Velarde:

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios a más tardar ocho (8) días hábiles después de haberlo recibido. De lo contrario asumiremos que no se tiene objeción a la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental.

No. de expediente: IIIM-001-15

Sin otro particular, nos suscribimos

Atentamente

DESIREE SAMANIEGO
Jefa encargada de evaluación de impacto ambiental

DS/ab
ab

D.N.R.M. REGISTRADORA
1 FEB '16 PM 12:00

1391
1392

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 25 de enero de 2016
DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-16

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Ingeniera
ATALA MILORD
Unidad Ambiental
MINSA
E. S. D.

Ingeniera Milord:

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios a más tardar ocho (8) días hábiles después de haberlo recibido. De lo contrario asumiremos que no se tiene objeción a la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental.

No. de expediente: IIIM-001-15

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente.

Atentamente,

DESIREE SAMANIEGO
Jefa encargada de evaluación de impacto ambiental

DS/ab

MINISTERIO DE SALUD
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE LA REGIÓN METROPOLITANA
RECIBIDO
POR
FECHA 1/2/16 HORA 9:30

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 25 de enero de 2016
DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-16

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Ingeniero
JOSÉ DONDERIS
Administrador General
SINAPROC
E. S. D.

Ingeniero Donderis:

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios a más tardar ocho (8) días hábiles después de haberlo recibido. De lo contrario asumiremos que no se tiene objeción a la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental.

No. de expediente: IIIM-001-15

Sin otro particular, nos suscribimos

Atentamente

DESIREE SAMANIEGO
Jefa encargada de evaluación de impacto ambiental

DS/ab
a/a

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCION CIVIL
DIRECCIÓN GENERAL
RECIBIDO
FIRMA
FECHA 1/2/16 HORA 4:59

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

1393
1394

MEMORANDO-DEIA-0084-2801-16

Para: **YESENIA HERNANDEZ**
Jefa de Evaluación y Ordenamiento Ambienta-Dirección Regional de Los Santos

De: **DESIREE SAMANIEGO**
Jefa Encargada de Evaluación de Impacto Ambiental

Asunto: Envío de Información Complementaria.

Fecha: 28 de enero del 2016.

Por medio de la presente, le informamos que en la siguiente página web http://consulweb.anam.gob.pa/eia/listaeia.aspx (Ingresar número de expediente en la parte superior de la página y dar click en buscar), está disponible la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por MINERA CERRO QUEMA, S.A.

Agradecemos sus comentarios a más tardar ocho (8) días hábiles después de haberlo recibido. De lo contrario asumiremos que no se tiene objeción a la información complementaria del Estudio de Impacto Ambiental.

No. de expediente: IIIM-001-15.

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente.

MINISTERIO DE AMBIENTE
DEA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Ds/ab

Yesenia 29/1/16

1394
1395

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

A.B.

C-414-14.

Panamá, 16 de Febrero de 2016.**DL-MCQSA-350**

Lic. Desiré Samaniego

Directora de Proyecto

Departamento de evaluación Ambiental

Ministerio de Ambiente

E. S. D.

Respetada Licenciada:

Reciba usted un cordial saludo, y éxito en sus funciones cotidianas. Me Dirijo a su honorable despacho con el respeto que me caracteriza, en mi condición de Representante Legal de la Empresa Minera Cerro Quema, S.A, bajo la ficha 289030, rollo, 42711, imagen 84, sección mercantil Registrada en el Registro Público de La Republica de Panamá. Con la finalidad de solicitar formal y respetuosamente el Status actual del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, con la denominación, "Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de Óxidos de Oro".

Esperando nos proporcione la información solicitada, agradecido de antemano

Se despide,

Cordialmente.

Octavio Choy Tason

Representante Legal

Minera Cerro Quema, S.A.

1395
1396

2016 FEB 15 2:59PM

MINISTERIO DE AMBIENTE

Asesoría Legal

MEMORANDO No. 0138-2016

Para: **MIREI ENDARA**
Ministra de Ambiente

De: **JOANA ABREGO**
Jefa de Asesoría Legal

MINISTERIO DE AMBIENTE
Asesoría Legal

Asunto: **remito para firma**

Fecha: 12 de febrero de 2016.

Le remito para su consideración y firma la resolución por la que se admite y declara legal el Impedimento expuesto por el Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental del Ministerio de Ambiente, Licenciado **MANUEL PIMENTEL**, en la solicitud de la Empresa Cerro Quema S.A.
Del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III, correspondiente al Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

Atentamente,

JA/cq

16-2-16
10:43 AM.

4396
1397

REPÚBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE AMBIENTE

RESOLUCIÓN No. DM-0060-2016
De 15 de Febrero de 2016.

Pol la cual se califica y decide la declaración de impedimento formulada por **MANUEL PIMENTEL ORTEGA**, Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental.

La suscrita Ministra, en uso de sus facultades legales y

CONSIDERANDO:

Que la Ley No. 8 de 25 de marzo de 2015, crea el Ministerio de Ambiente como la entidad rectora del Estado en materia de protección, conservación, preservación y restauración del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales para asegurar el cumplimiento y aplicación de las leyes, los reglamentos y la Política Nacional del Ambiente;

Que la sociedad **MINERA CERRO QUEMA S.A.**, debidamente inscrita a la ficha 289030, según certificación expedida por el Registro Público de Panamá, ha solicitado la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, para el proyecto denominado **PROYECTO CERRO QUEMA PARA EXTRACCIÓN DE ÓXIDO DE ORO**.

Que a través de nota fechada el 18 de diciembre de 2015, el Licenciado **MANUEL PIMENTEL**, comunica nuevo director de Evaluación y Ordenamiento Ambiente que se encuentra inhabilitado para conocer de este proceso y considera que esta circunstancia puede configurar un posible motivo de impedimento al tenor de lo dispuesto en el numeral 12 del artículo 118 de la Ley 38 de 2000, que señala lo siguientes:

> *"Artículo 118. La Autoridad encargara de decidir el proceso no podrá conocer de un asunto en el cual este impedido. Son casuales de impedimentos las siguientes:*
> ...
> 12. *Haber intervenido la autoridad encargada de decidir en la formación del acto o del negocio objeto del proceso*;
> ...

Que corresponde al superior jerárquico del funcionario solicitante, la calificación de la casual de impedimento exteriorizado.

RESUELVE:

Artículo 1. ADMITIR el motivo de impedimento expuesto por **MANUEL PIMENTEL**, con cédula de identidad personal No. 2-701-2265, que actualmente se desempeña como Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental (DIEORA) del Ministerio del Ambiente.

Artículo 2. DECLARAR legal el impedimento invocado por **MANUEL PIMENTEL**y en consecuencia, separarlo del conocimiento del proceso de Evaluación del Estudio promovido por **MINERA CERRO QUEMA, S.A.**, en aras del principio de imparcialidad que debe regir las actuaciones administrativas.

~~1397~~
1398

Artículo 3. DESIGNAR a **DESIREÉ SAMANIEGO**, mujer, panameña, con cédula de identidad personal No.8-793-2417, que actualmente se desempeña como Jefa del Departamento Evaluación, para que asuma el conocimiento del proceso referido en calidad de Directora de Evaluación, Ad.Hoc.

Artículo 4. DESIGNAR a **BENITO RUSSO**, varón, panameño, con cédula de identidad personal No.8-207-2126, que actualmente se desempeña como de Evaluador, para que asuma el conocimiento del proceso referido en calidad de jefe del Departamento de Evaluación, Ad.Hoc.

Artículo 5. NOTIFICAR la presente Resolución a **MANUEL PIMENTEL, DESIREÉ SAMANIEGO, Y BENITO RUSSO.**

Artículo 6. ADVERTIR que contra la presente Resolución no se puede interponer recurso alguno.

FUNDAMENTO DE DERECHO. Ley 8 de 25 de marzo de 2015, Ley 41 de 1 de julio de 1998, Ley 38 de 31 de julio de 2000; y demás normas concordantes y complementarias.

Dada en la ciudad de Panamá, a los Quince (15) días, del mes de Febrero, del año dos mil dieciséis (2016).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE,

MIREI ENDARA
Ministra de Ambiente

Hoy 22 **de** Febrero **de** 2016
siendo las 8:55 a.m. **de la** a.m.
notifique personalmente a Manuel Pimentel Ortega **de la presente**
documentación Resolución DM-0060-2016

Notificador **Notificado**

Hoy 22 **de** Febrero **de** 2016
siendo las 8:55 **de la** a.m.
notifique personalmente a Desireé Samaniego **de la presente**
documentación Resolución DM-0060-2016

Notificador **Notificado**

Hoy 22 **de** Febrero **de** 2016
siendo las 1:35 **de la** p.m.
notifique personalmente a Benito Russo **de la presente**
documentación Resolución DM-0060-2016

Notificador **Notificado**

1398
1399

MINISTERIO DE AMBIENTE

UNIDAD DE ECONOMÍA AMBIENTAL

Panamá, 17 de febrero del 2016
UNECA - 021 - 2016

A. B.
C-420-14.

Ingeniero
Manuel Pimentel Ortega
Director de Evaluación y Ordenamiento Ambiental
En Su Despacho

Ing. Pimentel:

Atendiendo lo solicitado en el MEMORANDO-DEIA-0061-2201-2016, le informamos que ha sido revisada la información complementaria al ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final del proyecto "MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDO DE ORO", a desarrollarse en el corregimiento de Alto de Guera, Bajo de Gura y Mogollón, distrito de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos.

Verificamos que, la información complementaria atiende las recomendaciones emitidas por la Unidad de Economía Ambiental. Los indicadores de viabilidad económica estimados con esta nueva información (Valor Actual Neto Económico, Relación Beneficio/Costo) resultan positivos. Por tanto, dicho proyecto es económica y socialmente viable, por lo que consideramos puede ser ACEPTADO.

Sin embargo, los resultados de dichos indicadores estimados recomendamos que sean incluidos en la matriz de Flujo de Fondos.

Atentamente,

Marta E. Domingo
Unidad de Economía Ambiental

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

4399
1400

Panamá, 22 de febrero de 2016
DIEORA-DEIA-NC-0065-2202-16

Señor
OCTAVIO CHOY
Representante Legal
MINERA CERRO QUEMA, S.A.

E. S. D.

Señor Choy:

En respuesta a la nota DL-MCQSA-350, recibida en nuestro despacho el día 16 de febrero de 2016, en la que solicita conocer el estatus actual del Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, con la denominación "Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de óxidos de Oro".

Sobre el particular, le informamos que el Estudio en mención, se encuentra actualmente en su fase de evaluación de la información complementaria solicitada mediante nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, del 22 de diciembre de 2015.

Sin otro particular, nos suscribimos,

Atentamente,

DESIREE SAMANIEGO
Directora de Evaluación y Ordenamiento Ambiental Ad. Hoc.

DS/brh/ab

Recibido
8-766-96
22/2/16.

1400
1401

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Panamá, 08 de marzo de 2015
DIEORA-DEIA-AP-0054-0803-16

Señor
OCTAVIO CHOY
Representante Legal
MINERA CERRO QUEMA, S.A.

E. S. D.

Hoy 10 de marzo de 2016.
siendo las 3:40 de la tarde
notifique personalmente a Octavio Choy de la presente
documentación Nota Ampliación
Notificador Notificado

Señor Choy:

Nos dirigimos a usted con relación al Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del proyecto titulado "**PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO**", a desarrollarse en el corregimiento de Pacora, distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, le solicitamos lo siguiente:

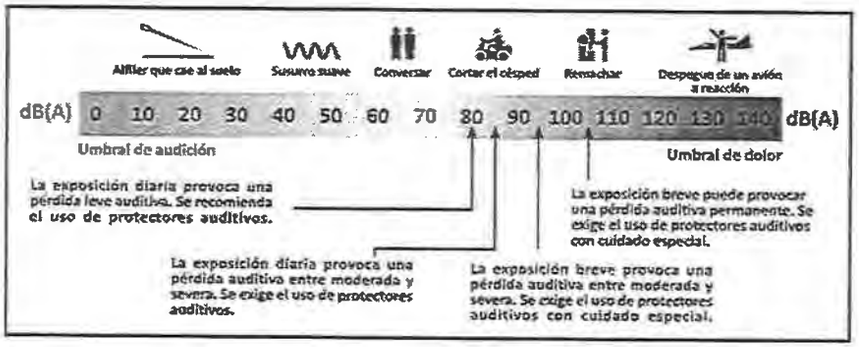
1. En la respuesta dada a la pregunta 11 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "*... el lavado continuaría hasta que la solución de drenaje cumpla con los estándares de calidad de agua requeridos. El estándar más importante de calidad del agua es el cianuro WAD, el cual debe ser cumplido en forma consistente con la regulación PR351... El proceso de lavado continuaría hasta que en el lugar el personal estime que este completo o cerca de su finalización.*", sin embargo, no se indica qué valor de cianuro WAD debería obtenerse para alcanzar esa meta. Aclarar cuál es el valor de cianuro WAD que deberá obtenerse para alcanzar el estándar de calidad requerido y su mecanismo de verificación.

2. En la respuesta dada a la pregunta 14 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "*...durante la etapa de operación las rocas de desecho que se depositan son de tamaño grande, por lo tanto, no hay partículas de menor tamaño que puedan generar emisiones de polvo fugitivo*". Sin embargo, esta afirmación no es correcta ya que en cualquier depósito de roca siempre existen partículas pequeñas que pueden ser arrastradas por el viento. Igualmente, en dicha respuesta se señala lo siguiente "*... la operación de WRD considera un cierre progresivo es decir que áreas dentro del WRD se irán cubriendo material arcilloso y topsoil sobre las porciones que ya no se usaran.*
El depósito de roca estéril será sometido a la recuperación continua, así como las áreas de disposición a alcanzar su vida útil. Estas se cubrirán con un sistema de cobertura de tierra, lo que redundará en una mayor reducción de las emisiones de partículas fugitivas de las áreas de volcado de roca estéril.
Durante el cierre y el post cierre, la mayor parte o toda el área del depósito de desmonte estará cubiertos y no se prevé polvo fugitivo que se generen". Sin embargo todo lo expuesto no descarta que durante la etapa de operación el depósito WRD genere emisiones de material particulado por acción del viento. Con base a lo antes dicho se les reitera explicar y justificar la necesidad o no de implementar control de emisión de material particulado en el depósito de material estéril en las etapas de operación, cierre y post cierre.

~~1401~~
1402

3. Se reitera la necesidad de presentar una modelación matemática de la dispersión de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto del material particulado en la atmósfera y las áreas pobladas próximas al proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación deberá realizarse para dos etapas del ciclo de vida del proyecto: Etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarrollo de la mina) y etapa de post cierre, una vez que la operación y el cierre hayan finalizado.
   Incluir un análisis completo de la modelación, donde emitan opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos los cuales deberán ser incluidos en el capítulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

4. En la respuesta dada a la pregunta 25 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "... *los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía*", sin embargo, el valor de 41 dB(A) que han adoptado para un camión grande y acelerando (en la fuente) se percibe como muy bajo. Ese nivel sonoro se asocia normalmente a un susurro suave, mientras que para un vehículo grande (camión cargado y acelerando) el nivel sonoro en la fuente está próximo a los 100 dB(A).
   La tabla que se muestra a continuación pertenece a la Noise Pollution Clearinghouse, y compara algunos sonidos comunes y muestra cómo se clasifican desde el punto de vista del daño potencial para la audición.
   El ruido comienza a dañar la audición a niveles de alrededor de 70 dBA.
   Para el oído, un incremento de 10 dB implica duplicar la sonoridad.



MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

Niveles Sonoros y Respuesta Humana		
Sonidos característicos	**Nivel de presión sonora [dB]**	**Efecto**
Zona de lanzamiento de cohetes (sin protección auditiva)	180	Pérdida auditiva irreversible
Operación en pista de jets Sirena antiaérea	140	Dolorosamente fuerte
Trueno	130	
Despegue de jets (60 m) Bocina de auto (1 m)	120	Maximo esfuerzo vocal
Martillo neumático Concierto de Rock	110	Extremadamente fuerte
Camión recolector Petardos	100	Muy fuerte
Camión pesado (15 m) Tránsito urbano	90	Muy molesto Daño auditivo (8 Hrs)
Reloj Despertador (0,5 m) Secador de cabello	80	Molesto
Restaurante ruidoso Tránsito por autopista Oficina de negocios	70	Difícil uso del teléfono
Aire acondicionado Conversación normal	60	Intrusivo
Tránsito de vehículos livianos (30 m)	50	Silencio
Líving Dormitorio Oficina tranquila	40	
Biblioteca Susurro a 5 m	30	Muy silencioso
Estudio de radiodifusión	20	
	10	Apenas audible
	0	Umbral auditivo

Indicar cómo se sustenta la utilización de ese valor de 41 dB(A) para camiones grandes sobre la ruta de transporte e incluir un análisis completo de la modelación de ruidos (para la ruta de transporte), donde emitan opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos.

5. Se reitera la necesidad de presentar un mapa de flujos probables de vientos catabáticos sobre una imagen satelital, donde pueda verse la huella del proyecto con sus componentes más importantes (tajos, acopio de material estéril y patio

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

de lixiviación), la ubicación de los poblados más cercanos y los vectores que indiquen dirección y sentido de los flujos de las masas de aire.

6. Se les reitera realizar mediciones de calidad del aire (línea de base) en zonas pobladas ubicadas a sotavento del proyecto incluyendo los parámetros: PM_{10}, $PM_{2.5}$, NOx, SOx, HCN y Mercurio. Realizar mediciones de ruido en zonas pobladas cercana al proyecto y mediciones de ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas, específicamente en edificios sensibles (escuelas, salas de atención médica, viviendas particulares cercanas al camino), ya que los resultados de la modelación de ruido que efectuó Golder son ESTIMACIONES, no son certezas, por este motivo no son suficientes para descartar la necesidad de efectuar monitoreos en zonas pobladas durante toda la etapa de operación del proyecto.

7. En la respuesta dada a la pregunta 50 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "*...los impactos sobre la deposición de metales a partir de las operaciones mineras en los suelos serán evaluados utilizando el modelo de dispersión de material particulado que actualmente se encuentra en desarrollo*". Actualizar el análisis de este impacto cuando concluya la modelación de dispersión de material particulado e incluirlo en el capítulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

8. Se reitera la necesidad de explicitar cuantos m^3 de topsoil prevé MCQSA que podrían ser obtenidos y acopiados durante las etapas de construcción y operación del Proyecto. Qué superficie de la huella del proyecto podrá ser restaurada con 40 cm de espesor utilizando ese topsoil acopiado en etapa de construcción y operación. Qué porcentaje (%) representa esa superficie que será restaurada con 40 cm de espesor, respecto de la superficie total de la huella del proyecto. Qué manejo tiene previsto aplicar MCQSA para la superficie de la huella para la que no alcance el topsoil acumulado en etapa de construcción y operación y cuál sería la procedencia de este material.

9. En la respuesta dada a la pregunta 105 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se detalla el rol del Gerente Ambiental, posición que no existe en el organigrama y no explica el rol del Director de Medio Ambiente incluido en el organigrama. Aclarar esta incongruencia.

10. Se reitera la necesidad de explicar y justificar si se tiene previsto o no monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y de gases atmosfericos (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del Proyecto), a los efectos de corroborar las estimaciones realizadas mediante la modelación y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. Asimismo, explicar y justificar si está previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guía de referencia que serán aplicados. En caso negativo explicar y justificar dicha omisión.

MINISTERIO DE AMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

Tel. 500-0855 - Ext. 329, Fax Ext. 332 Apartado C Zona 0843, Balboa, Ancón

11. En la respuesta dada a la pregunta 109 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, indica "... *El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro en su Plan de Monitoreo incluido en el PMA ha considerado el monitoreo de fuentes fijas producto de las operaciones de refinado*", sin embargo, en la localización de las estaciones de monitoreo de calidad de aire, ninguna corresponde al sitio de proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. Se les reitera explicar y justificar si está previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo, describir los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo.

12. En la respuesta dada a la pregunta 115 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "... *los parámetros a medir son los siguientes: temperatura (T), alcalinidad (Alc), conductividad eléctrica (CE), dureza (Dur), potencial hidrógeno (pH), sólidos suspendidos (S.S), sólidos disueltos (S.D.T), turbiedad (NTU), cloruros (Cl-), sulfatos (SO42-), cianuro (CN-), oxígeno disuelto (O.D), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales (C.F), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales (C.T), caudal; además metales como: aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), calcio (Ca),cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu); hierro (Fe), plomo (Pb), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), selenio (Se), plata (Ag), estroncio (Sr), talio (Tl), estaño (Sn), uranio (U), vanadio (V) y zinc (Zn)*", sin embargo estos son parámetros físico químicos que corresponden a calidad del agua, no son parámetros de las comunidades limnológicas. Se les reitera señalar cuáles son los parámetros que serán monitoreados para cada comunidad limnológica. Cuál es la frecuencia de monitoreo para cada comunidad.

Además, queremos informarle que transcurridos quince (15) días hábiles del recibo de la nota, sin que haya cumplido con lo solicitado, se tomará la decisión correspondiente, según lo establecido en el artículo 9 del Decreto Ejecutivo N° 155 de 05 de agosto de 2011.

Atentamente,

DESIREE SAMANIEGO
Directora ad hoc de Evaluación y Ordenamiento Ambiental

DS/br/ab/csc/jm/ce/js

~~1405~~
1406

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Facilitando el desarrollo económico con una visión social

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS MINERALES
UNIDAD AMBIENTAL

www.mici.gob.pa
560-0402 / 560-0452

Panamá, 7 de marzo de 2016.
DNRM-UA-052-16.

A.B. C-633-16

Ingeniera
DESIREE SAMANIEGO
Jefa del Departamento de Evaluación de Impacto Ambiental
Autoridad Nacional del Ambiente
E. S. D.

Ingeniera Samaniego:

En atención a la nota No. DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-16 con fecha de 25 de enero de 2016, y recibida en nuestro despacho el 1 de febrero de 2016, en la cual se nos informa de la disponibilidad de la **Información Complementaria** a la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III, titulado **"PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO"** a desarrollarse en los distritos de Tonosí y Macaracas, provincia de Los Santos, presentado por el promotor **MINERA CERRO QUEMA, S.A.**, a esta nota se adjunta los comentarios del informe técnico de evaluación por la Unidad Ambiental de esta Dirección.

Cualquier consulta a lo antes expuesto, no dude en hacérnoslo llegar.

Se despide de usted, siempre a sus órdenes,

Atentamente,

Ministerio de Ambiente
RECIBIDO
POR: Fatima
FECHA: 8/3/16
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS MINERALES
DESPACHO
REPÚBLICA DE PANAMÁ

ING. TEMISTOCLES VELARDE
Director Nacional de Recursos Minerales

TV/Gej

Adjunto: Informe Técnico de Evaluación de Información Complementaria del EsIA de MINERA CERRO QUEMA, S.A.

4406
1407

INFORME TÉCNICO DE EVALUACIÓN
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DNRM-UA-IT

Titulo del EsIA:	PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO
Categoría:	III
Promotor:	MINERA CERRO QUEMA, S.A. (MCQSA)
Ubicación:	Distritos de Tonosí, Las Tablas y Macaracas, provincia Los Santos
N° de Expediente ANAM:	IIIM-001-15 – **Información Complementaria**
N° de Nota de ANAM:	DIEORA-DEIA-UAS-0022-2501-16
Fecha de la Inspección:	No se recibió invitación por parte de ANAM
Evaluador:	Gabriel Jácome

1. Objetivos.

1. Evaluar información complementaria a EsIA del proyecto propuesto.
2. Elaborar el informe de evaluación e inspección del EsIA.

2. Metodología.

1. Examinar y analizar los documentos de información complementaria al EsIA presentado.
2. Estructurar de forma escrita el informe técnico de la evaluación de la información Complementaria del EsIA.

3. Resumen de la descripción del proyecto en el EsIA

El proyecto consta de tres fases a saber: una primera fase que consiste en la construcción de las facilidades mineras y rehabilitación de caminos, una segunda fase en la que se desarrollarán las actividades de minado de los tajos La Pava y Quemita, y las actividades operacionales relacionadas con el procesamiento del mineral y obtención de barras de dore; y finalmente por una tercera etapa que corresponde a las actividades de cierre del proyecto. Se estima que el proyecto completo tendrá una duración de 9 años y el monto estimado de inversión será Ciento Treinta Millones Quinientos Cuarenta Mil Balboas con 00/100 (B/.130,540,000.00).

El objetivo del Proyecto es desarrollar una mina de oro con los más altos estándares técnicos y operativos, generando valor agregado de manera sustancial para beneficio de sus accionistas, trabajadores, comunidades aledañas y del país, protegiendo al mismo tiempo la seguridad y salud de sus empleados, el medio ambiente y las comunidades aledañas.

Las propiedades del Proyecto se localizan sobre la península de Azuero, en los distritos de Tonosí y Macaracas, en la provincia de Los Santos, aproximadamente a 45 Km de distancia al suroeste de la ciudad de Chitré, la ciudad más grande de la península, que a su vez se encuentra a una distancia aproximada de 250 Km por carretera de la Ciudad de Panamá.

La estimación de recursos de acuerdo al NI 43-101 (NI por sus siglas en inglés National Instrument, este instrumento es el Estándar Nacional para divulgar Proyectos Mineros dentro de Canadá) reporta 552,400 onzas de óxido de derivados de oro en la categoría de Reservas Medidas e Indicadas; 7,900 onzas

1407
1408

de óxido de derivados de oro en la categoría de reservas inferidas; 326,300 onzas de sulfuro derivados de oro en las categorías de Reservas Medidas e Indicadas; y 7,000 sulfuros derivados de onzas de oro en la categoría de Reservas inferidas.

Se estima una vida del Proyecto de poco más de 5 años en base a los tasas de producción diaria de 10,000 t / día o 3,6 millones de toneladas por año.

Las perforaciones en La Pava totalizan 162 pozos con un total de 16,123 m perforados y en el resto de la concesión 165 pozos totalizando 16,492 m.

MCQSA, es filial de propiedad de Pershimco Resources Inc., y cuenta con los derechos exclusivos para la extracción de oro y plata de acuerdo con tres contratos con el Estado para la concesión de un total de 14,893 hectáreas, los cuales otorgan los derechos exclusivos para la extracción de minerales metálicos Clase IV (oro y plata) por un periodo de 20 años.

Los depósitos de La Pava, Quemita-Quema y La Mesita están compuestos por andesitas y domos de lava dacita de la Formación Río Quema.

Área de estudio ambiental: Área asignada para el levantamiento en campo de información de línea base de los componentes físicos y biológicos. Ubicada dentro de la microcuenca del río Quema en la sección que se forma entre las partes altas del río Quema (en la confluencia de la quebrada Platanal, alrededor de las coordenadas UTM Zona 17 Este 554,200 y Norte 838,081) y quebrada Quema (en la confluencia de la quebrada Huesital, alrededor de las coordenadas UTM Zona 17 Este 553,795 y Norte 833,343), hasta la confluencia de río Quema y quebrada De Quema (alrededor de las coordenadas UTM Zona 17 Este 548,879 y Norte 832,609).

4. Información del registro minero de Recursos Minerales

Actualmente la empresa MINERA CERRO QUEMA, S.A. cuenta con TRES CONTRATOS DE CONCESIÓN DE EXTRACCIÓN DE MINERALES METÁLICOS (ORO Y PLATA) en UNA (1) zona en un área total de **14,893 Ha** ubicadas en los Distritos de Tonosí, Las Tablas y Macaracas, provincia Los Santos, identificado como "MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-62, MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-63, MCQSA-EXTR (oro y plata) 96-64". *Para 20 años.*

- Contrato N° 19 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha.
- Contrato N° 20 (Gaceta 23,233 de 26 de febrero de 1997). Para una superficie de 5,000 ha.
- Contrato N° 21 (Gaceta 23,236 de 3 de marzo de 1997). Para una superficie de 4,893 ha.

5. Evaluación de la Información Complementaria al EsIA.

Una vez leído y revisado *la información complementaria al estudio de impacto ambiental* presentado por el promotor **MINERA CERRO QUEMA, S.A.,** esta Unidad Ambiental, en virtud de las dudas expuestas en documento anterior al Estudio de Impacto Ambiental, quedan un sin explicar o responder algunas preguntas, a lo cual se requiere se aclare lo siguiente:

- Pág. 2-10 "La primera área es la ladera de la montaña Cerro Quema, con pendientes abruptas y altitudes mayores a los 600 msnm (Cerro Quema, Cerro Quemita y Mesita)... La segunda área es por las inmediaciones de Cero la Pavas, con altitudes entre 400 a 599 msnm donde se desarrollan procesos de erosión, solifluxión y formación de cárcavas" *¿Qué es LBF?*

Mostrar a través de imágenes fotográficas y coordenadas geográficas (grados, minutos, segundos) las dos áreas con pendientes abruptas con potencial deslizamiento, puesto que el mapa 6.10-1 los puntos rojos (potencial alto de deslizamiento) no son claros.

- Pág. *2-12* "A partir de los análisis de metales pesados podemos concluir que los especímenes analizados reportan concentraciones propias de su composición bioquímica y que no se encontraron evidencias de metales pesados en los individuos, esta información nos sirve de indicador de la buena salud del ambiente acuático." *Presentar los resultados de los análisis del laboratorio.*

- Pág. 3-10. "Área de estudio ambiental…" ¿es un polígono cerrado con tres o cuatro puntos o son puntos aislados? Por otro lado, los tres puntos aparecen dentro de las concesiones, pero fuera de las coordenadas definidas en pág. 5-2. Ver mapa en adjunto.

- Pág. 5-56. "Se prevé que durante condiciones irregulares, como tormentas y cortes de energía, se excederá la capacidad de almacenamiento de la pileta de solución enriquecida y se desbordará hacia la pileta de eventos." *¿Cuál es la capacidad máxima de la pileta de eventos?*

- Pág. 5-57 y 5-58. "La elevación de la cresta en las piletas de solución rica y de eventos son iguales" *¿Cuál es esta elevación? y "la misma tendrá una profundidad de 20 metros" ¿cuál es la profundidad real de cada pileta, ambas de 12 m o 20 m?*

- Pág. 5-59. De la Tabla 5.4-6. *¿La pileta combinado es la sumatoria de la de eventos con la de emergencia? Explicar la de la pileta combinada.*

- Pág. 5-79. "Se mantendrá almacenada una cantidad de aproximadamente 50,000 toneladas de roca mineralizada triturada (más o menos 5 días de producción) cerca del área de trituración de la roca… para que pueda servir como material de emergencia en el caso ocurra alguna demora en la extracción de roca de los tajos, permitiendo también que las operaciones de la mina continúen produciendo oro durante los periodos en que los sistemas de trituración y apilamiento no puedan operar" *Explicar los periodos en los que los sistemas de trituración y apilamiento no puedan operar.*

- Pág. 5-98. "Los materiales y equipos sin valor de rescate serán dispuestos en un tajo abierto y cubiertos con roca estéril" *Ejemplifique los materiales sin valor que serán dispuestos en un tajo y cubiertos por roca.*

- Pág. 5-101. "Insumos tales como nitrato de amonio, reactivos, combustibles, lubricantes, cianuro de sodio y repuestos de equipo de mina tendrán almacenes individuales con estándares más rigurosos de seguridad." *El almacén se encontrará al lado de las duchas y dormitorios de acuerdo al mapa 5.5-9 Facilidades mineras. ¿dónde se ubicarán los almacenes individuales para los insumos mencionados anteriormente?*

- Pág. 6.9-3. "La Tabla 6.9-1 presenta los registros de periodicidad, intensidad y grado de afectación de las inundaciones del Río Tonosí" *Presentar en mapa los últimos 10 registros de inundaciones y su buffer.*

1409
1410

- Pág. 10-246. "Los incidentes que requieren respuesta de emergencias incluyen…" *¿Se tomó en cuenta incidentes como desbordamiento de piletas, lluvias torrenciales e inundaciones?*

Recomendaciones

- Solicitar respuesta a las preguntas pendientes hecho por esta unidad Ambiental.

Lic. Gabriel E. Jácome C.
Biólogo de Gestión y Manejo Ambiental
Unidad Ambiental

~~1410~~
1411

SOLICITUD DE ACCESO AL EXPEDIENTE

Si-016-16

SEÑOR DIRECTOR DE EVALUACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, E.S.D.:

Quien suscribe, **ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ**, varón, panameño, mayor de edad, con cédula de identidad personal No. **6-702-357**, con domicilio laboral en El Centro de Incidencia Ambiental (CIAM), ubicado en Urbanización Los Ángeles, Avenida de los Periodistas, Casa No. G-14, planta alta, Corregimiento de Bethania, Distrito de Panamá, teléfonos 236-0866 y 236-0868, fax 236-0872 con correo electrónico tecnico@ciampanama.org, lugar donde recibo notificaciones personales, actuando a mi propio nombre y representación, en atención a la **Teoría de los Intereses o Derechos Difusos** contemplada en nuestra legislación y reconocida en reiteradas ocasiones por la Corte Suprema de Justicia, concurro ante usted, con mi habitual respeto, a fin de solicitar acceso al expediente del Estudio de Impacto Ambiental del **PROYECTO MINERO CERRO QUEMA,** ubicado en el área de Los Santos, Categoría III, cuyo promotor es QUEMA S.A.

Esta solicitud se presenta teniendo en consideración que, la información solicitada, no está clasificada como "confidencial" o "de acceso restringido" por la legislación vigente pues, en efecto, la misma no está incluida dentro del listado de excepciones enumerado por el artículo 14 de la Ley N° 6 de 22 de enero de 2002 (Ley de Transparencia).

FUNDAMENTO DE DERECHO: Artículo 41 y 42 de la Constitución Nacional, Ley N° 6 de 22 de enero de 2002.

Panamá, a la fecha de su presentación.

V°B°
21/3/16

ISAÍAS RAMOS GONZÁLEZ
Cédula 6-702-357

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

ANAM
DIEORA
2016 MAR 31 11:48AM

44
141

AB.
C-902-16.

Panamá, 31 de marzo de 2016.

DESIREE SAMANIEGO
Jefa del Departamento de Evaluación y
Ordenamiento Ambiental
Ministerio de Ambiente
Albrook, Ciudad de Panama
E. S. D.

Referencia: Respuestas segunda ampliación de información al Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

Estimada Licenciada Samaniego:

En respuesta a la nota DIEORA-DEIA-AP-0054-0803-16, hacemos entrega formal de las respuestas al cuestionario de 12 preguntas que conforman la segunda ronda de ampliación de información del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

Conjuntamente con esta nota se hace entrega de:

- Documento Original y 2 copias impresas con sus anexos.
- Tres respaldos en formato digital del documento de respuestas con sus anexos.

Fundamento de derecho decreto: Decreto ejecutivo N 123 del 2009.

Atentamente,

Minera Cerro Quema S.A

Octavio Choy
8-989-1695
Representante Legal

ANAM
DIEORA
2016 MAR 31 11:52AM

1442
1443

SNC·LAVALIN

RESPUESTA AMPLIACIONES II

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Categoría III. Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de óxidos de oro

Minera Cerro Quema S.A





MEDIO AMBIENTE Y AGUA

31 | 03 | 2016

INFORME > ORIGINAL > 1
Rev. 1 > Ref. Interna ISLP14001

SNC·LAVALIN

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1-13

2. RESPUESTAS 2-14

2.1 En la respuesta dada a la pregunta 11 de La nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-1 5. se indica " el lavado continuara hasta que la solucion de drenaje cumpla con los estandares de calidad de agua requeridos. el estandar mas importante de calidad del agua es el cianuro WAD, el cual debe ser cumplido en forma consistente con la regulación PR351... El proceso de lavado continuara hasta que en el lugar el personal estime que este completo o cerca de su finalización." sin embargo, no se indica que valor de cianuro WAD debería obtenerse para alcanzar esa meta. Aclarar cuál es el valor de cianuro WAD que deberá obtenerse para alcanzar el estándar de calidad requerido y su mecanismo de verificación. 2-14

2.2 En la respuesta dada a la pregunta 14 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica que durante la etapa de operacion las rocas de desecho que se depositan son de tamaño grande, por lo tanto, no hay partículas de menor tamaño que puedan generar emisiones de polvo fugitivo". Sin embargo, esta afirmación no es correcta ya que en cualquier depósito de roca siempre existen partículas pequeñas que pueden ser arrastradas por el viento. Igualmente en dicha respuesta se señala lo siguiente ".. la operación de WRD considera un cierre progresivo es decir que areas dentro del WRD se irán cubriendo con material arcilloso y topsoil sobre las porciones que ya no se usaran. El depósito de roca estéril será sometido a la recuperación continua, así como las áreas de disposición a alcanzar su vida útil. Estas se cubrirán con un sistema de cobertura de tierra, lo que redundará en una mayor reducción de las emisiones de particulas fugitivas de las áreas de volcado de roca estéril. Durante el cierre y el post cierre, la mayor parte o toda el área del depósito de desmonte estará cubiertos y no se prevé polvo fugitivo que se generen". Sin embargo todo lo expuesto no descarta que durante la etapa de operación el depósito WRD genere emisiones de material particulado por acción del viento. Con base a lo antes dicho se

les reitera explicar y justificar la necesidad o no de implementar control de emisión de material particulado en el depósito de material estéril. 2-17

2.2.1 Medida de mitigación control de material particulado en WRD 2-19

2.3 Se reitera la nEccesidad de presentar una modelacion matematica de la dispersion de material particulado PM10 y PM2.5 que permita mostrar la dirección, el sentido y el alcance (concentraciones vs distancia) del impacto del material particulado en la atmosfera y las áreas pobladas próximas al proyecto, ya que la que fue incluida en el Estudio no permite evaluar el impacto del proyecto en sus inmediaciones y a distancia, especialmente sobre zonas habitadas. La modelación debera realizarse para dos etapas del ciclo de vida del proyecto: Etapa de operacion considerando los efectos en plena produccion (año de máximo desarrollo de la mina) y etapa de post cierre, una vez que la operación y el cierre hayan finalizado. Incluir un análisis completo de la modelación, donde emitan opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos Los cuales deberán ser incluidos en el capitulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto. 2-21

2.3.1 Etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarrollo de la mina) 2-21

2.3.1.1 Viento 2-22

2.3.1.2 Receptores 2-22

2.3.1.3 Emisiones 2-23

2.3.1.4 Estándares de calidad 2-25

2.3.1.5 Resultados de Modelamiento del Material Particulado (Operación) 2-25

2.3.1.6 Isopletas del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual (Operación) 2-27

2.3.1.7 Conclusiones (Etapa operación) 2-30

2.3.2 Etapa de post cierre, una vez que la operación y el cierre hayan finalizado 2-31

2.3.2.1 Emisiones 2-31

2.3.2.2 Resultados de Modelamiento del Material Particulado (Post cierre) 2-32

2.3.2.3 Isopletas del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual (Post cierre) 2-33

2.3.2.4 Conclusiones (Etapa post cierre)..... 2-37

2.3.3 Los resultados obtenidos los cuales deberán ser incluidos en el capítulo de plan de manejo ambiental del proyecto 2-38

2.3.1 Los resultados obtenidos los cuales deberán ser incluidos en el capítulo de identificación de impactos ambientales..... 2-41

2.4 En la respuesta dada a la pregunta 25 de la nota DiEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica" ..los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporre. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta via", sin embargo, el valor de 41 dB(A) que han adoptado para un camión grande y acelerando (en la fuente) se percibe como muy bajo. Ese nivel sonoro se asocia nonnalmente a un susurro suave, mientras que para un vehículo grande (camión cargado y acelerando) el nivel sonoro en la fuente está próximo a los 100 dB(A). Indicar como se sustenta la utilización de ese valor de 41 dB(A) para camiones grandes sobre la ruta de transporte e incluir un análisis completo de la modelación de ruidos (para la ruta de transporte), donde emitan opinión fundada respecto de los alcances del problema y los resultados obtenidos.. 2-42

2.4.1 Precisión del modelaje 2-42

2.4.2 Emisiones de ruido..... 2-44

2.4.3 Receptores 2-45

2.4.4 Resultados 2-46

2.5 Se reitera la necesidad de presentar un mapa de flujos probables de vientos catabaticos sobre una imagen satelital donde pueda verse la huella del proyecto con sus componentes más importantes, la ubicación de los poblados más cercanos y los vectores que indiquen dirección y sentido de los flujos de las masas de aire. 2-48

2.5.1 Introducción 2-48

2.5.2 Características de área de influencia. Condiciones que podrían propiciar el Viento Catabático en el área del Proyecto 2-49

2.5.3 Análisis para definir si existe o no vientos Catabáticos en el área de la MCQ 2-52

2.5.4 Comportamiento del viento en la temporada seca 2-55

2.5.5 Comportamiento del viento en la temporada lluviosa 2-57

2.5.6 Conclusiones 2-59

2.6 Se les reitera realizar mediciones de calidad del aire (linea base) en zonas pobladas ubicadas a sotavento del proyecto incluyendo los parámetros: PM 10, PM2.5, NOx, SOx, HCN y Mercurio. Realizar medicioncs de ruido en zonas pobladas cercana al proyecto y mediciones de ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas, especificamente en edificios sensibles (escuelas, salas de atención medica, viviendas particulares cercanas al camino), ya que los resultados de la modelación de ruido que efectuó Golder son ESTIMACIONES, no son certezas, por este motivo no son suficientes para descartar la necesidad de efectuar monitoreos en zonas pobladas durante toda la etapa de operación del proyecto 2-61

2.6.1 Mediciones de calidad del aire (línea base) en zonas pobladas ubicadas a sotavento del proyecto incluyendo los parámetros: PM 10, PM 2.5, NOx, SOx, HCN y Hg 2-62

2.6.1.1 Parámetros de medición 2-62

2.6.1.2 Resultados..... 2-64

2.6.2 Mediciones de ruido en zonas pobladas cercana al proyecto y mediciones de ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas, específicamente en edificios sensibles (escuelas, salas de atención medica, viviendas particulares cercanas al camino)..... 2-67

2.7 En la respuesta dada a la pregunta 50 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se indica "los impactos sobre la deposición de metales a partir de las operaciones mineras en los suelos seran evaluados utilizando el modelo de dispersión de material particulado que actualmente se encuentra en desarrollo". Actualizar el analisis de este impacto cuando concluya la modelación de dispersión de material particulado e incluirlo en el capítulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto..... 2-70

2.7.1 Actualizar el análisis de este impacto cuando concluya la modelación de dispersión de material particulado e incluirlo en el capítulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto. 2-73

2.8 Se reitera la necesidad de explicitar cuantos m^3 de topsoil prevee MCQSA que podrian ser obtenidos y acopiados durante las etapas de construcción y operación del Proyecto. Que superficie de la huella del proyecto podría ser restaurada con 40 m de espesor utilizando ese topsoil acopiado en etapa de construcción y operación Que porcentaje (%) representa esa superficie que será restaurada con 40 m de espesor, respecto de la superficie total de la huella del proyecto. Que manejo tiene previsto aplicar MCQSA para la superficie de la huella para la que no alcance el topsoil acumulado en etapa de construcción y operación y cuál sería la procedencia de este material. 2-74

2.8.1 Antecedente 2-74

2.8.2 Metodología 2-75

2.8.3 Supuestos 2-76

2.8.4 Topsoil disponible 2-76

2.8.5 Cantidad de topsoil requerido 2-77

2.9 En la respuesta dada a la pregunta 105 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, se detalla el rol del Gerente Ambiental, posición que no existe en el organigrama y no explica el rol del Director de Medio Ambiente incluido en el organigrama. Aclarar esta incongruencia. 2-79

2.10 Se reitera la necesidad de explicar y justificar si se tiene previsto o no monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de material particulado (PM1o y PM25) y de gases atmosféricos (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del Proyecto), a los efectos de corroborar las estimaciones realizadas mediante la modelación y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. Asimismo, explicar y justificar si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al Proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas mas próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guías de referencia que serán aplicados. En caso negativo explicar y justificar dicha omisión. 2-82

2.10.1 Explicar y justificar si se tiene previsto o no monitorear en los centros poblados próximos al proyecto, los niveles de material particulado (PM 10 y PM 2.5) y de gases atmosféricos (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del proyecto), a los efectos de corroborar las estimaciones realizadas mediante la modelación y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local..... 2-82

2.10.1.1 Emisiones 2-83

2.10.1.2 Isopletas del modelamiento de material particulado 2-85

2.10.1.3 Isopletas del modelamiento de Gases atmosféricos..... 2-85

2.10.2 Explicar y justificar si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guías de referencia que 2-88

2.10.3 En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guías de referencia 2-90

2.11 En la respuesta dada a la pregunta 109 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212- 15, indica "El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Ex!raccion de Óxidos de Oro en su Plan de Monitoreo incluido en el PMA ha considerado el monitoreo de fuentes fijas producto de las operaciones de refinado", sin embargo, en la localización de las estaciones de monitoreo de calidad de aire, ninguna corresponde al sitio de proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. Se les reitera explicar y justificar si esta previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo, describir los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo. 2-93

2.11.1 Explicar y justificar si esta previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo, describir los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo 2-94

2.11.1.1 Fuentes Fijas 2-95

2.11.1.2 Calidad de Aire 2-98

2.12 En la respuesta dada a la pregunta 115 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0263-2212- 15, se indica "los parámetros a medir son los siguientes: Temperatura (T), alcalinidad (Ale), conductividad eléctrica (CE), dureza (Dur), potencial hidrógeno (pH), s6lidos suspendidos (S.S), sólidos disueltos (S.D.T), turbiedad (NTU), cloruros (Cl-), sulfatos (S04), cianuro (CN-), oxígeno disuelto (O.D), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes totales (C.F), demanda bioquímica de oxígeno (DB05), coliformes totales (C.T), caudal; además metales como: aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), berilio (Be), calcio (Ca),cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu); hierro (Fe), plomo (Pb), manganeso (Mn), mercurio (Hg), molibdeno (Mo), níquel (Ni), selenio (Se), plata (Ag), estroncio (Sr), talio (Tl), estaño (Sn), urania (U), vanadio (V) y zinc (Zn)", sin embargo estos son parámetros físico químicos que corresponden a calidad del agua, no son parámetros de las comunidades limnológicas. Se les reitera señalar cuates son los parámetros que serán monitoreados para cada comunidad limnológicas. Cual es la frecuencia de monitoreo para cada comunidad..... 2-100

3. ANEXOS..... 3-103

3.1 Análisis de calidad del aire e impactos para polvo fugitivo (pm-10 y pm-2.5), cianuro de hidrogeno y mercurio asociados con la operación minera propuesta del proyecto cerro quema así como el análisis de metales peligrosos por medio de la deposición de partículas 3-103

3.2 Modelación de ruido ambiental (ruta de transporte y Proyecto) 3-103

3.3 Monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental – línea base 3-103

3.4 Informe de Monitoreo de Material Particulado en Receptores Preparado por CODESA..... 3-103

3.5 Informe de Monitoreo de Ruido Ambiental en Receptores Preparado por SNC Lavalin 3-103

3.6 Informe Vientos Catabáticos..... 3-103

3.7 Estimación de Cantidades de Capa Vegetal (Topsoil) y Requisitos de Volumen para el Cierre del Proyecto Minero Cerro Quema..... 3-103

3.8 ActualizaciÓn Sección 9, Valoración de Impactos 3-103

3.9 Actualizaciön Sección 10, Plan de Manejo Ambiental 3-103

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Valores máximos permisibles de las descargas de fluentes líquidos a cuerpos receptores 2-14

Tabla 2-2: Frecuencia mínima de control para descargas de efluentes 2-16

Tabla 2-3: Resumen de las Emisiones estimadas de la Operación del WRD..... 2-18

Tabla 2-4: Ubicación de receptores 2-23

Tabla 2-5: Resumen de las Emisiones estimadas de la Operación del Proyecto Cerro Quema (año 4)..... 2-24

Tabla 2-6: Estándares de calidad de aire 2-25

Tabla 2-7: Concentraciones de emisiones fugitivas de material particulado..... 2-26

Tabla 2-8: Resumen de las Emisiones estimadas durante etapa de post cierre del Proyecto Cerro Quema 2-32

Tabla 2-9: Concentraciones de emisiones fugitivas de material particulado (Post cierre) 2-33

Tabla 2-10: Bandas de Tercios de Octavas de un Camión Típico de Transporte..... 2-45

Tabla 2-11: Ubicación de receptores 2-45

Tabla 2-12: Resultados de los Niveles de Ruido – Ruta de Transporte 2-46

Tabla 2-13: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores (estaciones Golder)2-47

Tabla 2-14: Distribución estacional de la temperatura diurna y nocturna. Estación Hobo. 2-49

Tabla 2-15: Ubicación de Estaciones ETESA..... 2-51

Tabla 2-16: Dirección predominante y velocidad media horaria, por mes. Estación Bayano..... 2-52

Tabla 2-17: Estaciones utilizadas para el análisis de viento. 2-54

Tabla 2-18: Velocidad media del viento (m/s)..... 2-55

Tabla 2-19: Cuadrante de la dirección predominante del viento 2-55
Tabla 2-20: Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de aire por Golder 2-62
Tabla 2-21: Estándares de Calidad del Aire 2-63
Tabla 2-22: Concentraciones de Gases 2-64
Tabla 2-23: Concentraciones Hg y HCN 2-65
Tabla 2-24: Concentraciones de material particulado (Golder) 2-66
Tabla 2-25: Monitoreo de material particulado en receptores (Codesa) 2-66
Tabla 2-26: Monitoreo de ruido, en receptores 2-68
Tabla 2-27: Ubicación de receptores de ruido ambiental (estaciones Golder) 2-69
Tabla 2-28: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores (estaciones Golder) 2-69
Tabla 2-29: Resumen de concentración de la deposición de material particulado en receptores 2-70
Tabla 2-30: Cantidad estimada deTopsoil disponible por actividades de desbroce por facilidad (sin incluir etapa de construcción) 2-77
Tabla 2-31: Cantidad estimada deTopsoil disponible por actividades de desbroce por facilidad (incluyendo etapa de construcción) 2-77
Tabla 2-32: Topsoil requerido (sin etapa de construcción) 2-78
Tabla 2-33: Topsoil requerido (considerando etapa de construcción) 2-78
Tabla 2-34: Concentraciones de emisiones fugitivas de HCN 2-84
Tabla 2-35: Concentraciones de emisiones fugitivas de Hg 2-84
Tabla 2-36: Criterios ambientales para ruido en áreas residenciales e industriales .. 2-91
Tabla 2-37: Localización de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental 2-91
Tabla 2-38: Ubicación de receptores de ruido ambiental (estaciones Golder) 2-91
Tabla 2-39: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental 2-91
Tabla 2-40: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema 2-97
Tabla 2-41: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema 2-98
Tabla 2-42: Estaciones de monitoreo propuestas para calidad de aire 2-98
Tabla 2-43: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire 2-99
Tabla 2-44: Estaciones de monitoreo de seguimiento de fauna acuática 2-101

Índice de Figuras

Figura 2-1: Rosa de Vientos del Área de Estudio 2-22
Figura 2-2: Concentraciones promedio de PM 10, 24 horas – Año 4 de operaciones... 2-27
Figura 2-3: Concentraciones anuales promedio de PM 10 – Año 4 de operaciones. 2-28
Figura 2-4: Concentraciones promedio de PM 2.5, 24 horas – Año 4 de operaciones.. 2-29
Figura 2-5: Concentraciones anuales promedio de PM 2.5 – Año 4 de operaciones. 2-30
Figura 2-6: Concentraciones promedio de PM 10, 24 horas – etapa post cierre. 2-34
Figura 2-7: Concentraciones anuales promedio de PM 10 – etapa de post cierre. ... 2-34
Figura 2-8: Concentraciones promedio de PM 2.5, 24 horas – etapa de post cierre. 2-35
Figura 2-9: Concentraciones anuales promedio de PM 2.5 – etapa de post cierre. .. 2-36
Figura 2-10: Mapa de dirección y velocidad de viento, Proyecto Minero Cerro Quema. 2-54
Figura 2-11: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Diciembre 2-55
Figura 2-12: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Enero..... 2-56
Figura 2-13: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Septiembre..... 2-57
Figura 2-14: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Octubre 2-58
Figura 2-15: Concentraciones de la deposición anual de PM-10..... 2-72
Figura 2-16: Concentraciones promedio de HCN, 24 horas. 2-85
Figura 2-17: Concentraciones promedio de Hg, 24 horas 2-86
Figura 2-18: Modelación de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción) 2-88
Figura 2-19: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción). 2-89
Figura 2-20: Ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire 2-94

~~1424~~
1425

SNC·LAVALIN

MCQSA

Respuestas Ampliación II - Nota DIEORA-DEIA-AP-0054-0803-16

Estudio de Impacto Ambiental Cat III

Proyecto Minero Cerro Quema para la extracción de Óxidos de Oro

1. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye las respuestas a la segunda ronda de observaciones y ampliación de información realizadas al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) del Proyecto Cerro Quema (en adelante El Proyecto) de la empresa promotora Minera Cerro Quema, S.A. (MCQSA), preparado por SNC-Lavalin Panamá, S.A. (con número de registro de empresa consultora IRC-002-12, en cumplimiento de los requisitos normativos definidos en el Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto de 2009 y en el Decreto Ejecutivo N° 155 del 5 de agosto de 2011.

2. RESPUESTAS

2.1 EN LA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 11 DE LA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-1 5. SE INDICA " EL LAVADO CONTINUARA HASTA QUE LA SOLUCION DE DRENAJE CUMPLA CON LOS ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUA REQUERIDOS. EL ESTANDAR MAS IMPORTANTE DE CALIDAD DEL AGUA ES EL CIANURO WAD, EL CUAL DEBE SER CUMPLIDO EN FORMA CONSISTENTE CON LA REGULACIÓN PR351... EL PROCESO DE LAVADO CONTINUARA HASTA QUE EN EL LUGAR EL PERSONAL ESTIME QUE ESTE COMPLETO O CERCA DE SU FINALIZACIÓN." SIN EMBARGO, NO SE INDICA QUE VALOR DE CIANURO WAD DEBERÍA OBTENERSE PARA ALCANZAR ESA META. ACLARAR CUÁL ES EL VALOR DE CIANURO WAD QUE DEBERÁ OBTENERSE PARA ALCANZAR EL ESTÁNDAR DE CALIDAD REQUERIDO Y SU MECANISMO DE VERIFICACIÓN.

El tiempo de lavado fue seleccionado en base a experiencias pasadas en el desarrollo de otros proyectos con minerales similares. Este sería el tiempo aproximado necesario para enjuagar la plataforma de lixiviación con un volumen de solución equivalente a tres veces el volumen de la humedad en el mineral saturado.

El enjuague continuaría hasta que la solución de drenaje cumpla con los estándares de calidad de agua requerida. El estándar de calidad de agua que se asume es un contenido de cianuro de 0,2 ppm (1ppm equivale a 1 mg/l)

El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35 – 2000 "Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas", indica los valores permisibles para los efluentes. En la Tabla 2-1 se muestra el valor permisible de cianuro total el cual deberá ser obtenido previo su descarga.

Tabla 2-1: Valores máximos permisibles de las descargas de fluentes líquidos a cuerpos receptores

Parámetros	Unidad	Expresión	Limite máximo permisible
Aceites y grasas	mg/l	A y G	20
Aluminio	mg/l	Al	5
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	0.75

Parámetros	Unidad	Expresión	Limite máximo permisible
Cadmio	mg/l	Cd	0.01
Calcio	mg/l	Ca	1,000
Cianuro total	mg/l	CN	0.2
Cloro residual	mg/l	Cl	1.5
Cloruros	mg/l	Cl_2	400
Cobre	mg/l	Cu	1
Coliformes totales	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1,000
Compuestos fenólicos	mg/l	Fenoles	0.5
Cromo hexavalente	mg/l	Cr^{6+}	0.05
Cromo total	mg/l	Cr_t	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/l	DBO_5	35
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg 0_2/l	DQO_5	100
Detergentes	mg/l		1
Espuma detergente o sulfactante	mm	PE	7
Flúor	mg/l	F	1.5
Fósforo total	mg/l	P	5
Hidrocarburos totales	mg/l		5
Hierro total	mg/l	Fe	5
Manganeso	mg/l	Mn	0.3
Mercaptanos	mg/l		0.02
Mercurio	mg/l	Hg	0.001
Molibdeno	mg/l	Mo	2.5
Níquel	mg/l	Ni	0.2
Nitratos	mg/l	NO_3	6
Nitrógeno orgánico total	mg/l	N	10
Nitrógeno amoniacal	mg/l	NH_3-N	3
Olor			No perceptible
Organoclorados	mg/l		1.5
Pentaclorofenol	mg/l	C_6OHCl_5	0.009
pH	unidad	pH	5.5 – 9.0
Plomo	mg/l	Pb	0.05
Selenio	mg/l	Se	0.01
Sodio	%	% Na	35
Sólidos sedimentables	mg/l	S.SED	15
Sólidos suspendidos	mg/l	SS	35
Sólidos totales disueltos	mg/l	S.T.D	500
Sulfatos	mg/l	SO_4^{-2}	1,000
Sulfuros	mg/l	S^{-2}	1
Temperatura	°C		± 3°C de la T.N.
Tolueno	mg/l	$C_6H_5CH_3$	0.7

Parámetros	Unidad	Expresión	Límite máximo permisible
Tricloroetano	mg/l	HC_2Cl_3	0.04
Triclorometano	mg/l	$CHCl_3$	0.02
Turbiedad	NTU	NTU	30
Xileno	mg/l	$C_6H_4C_2H_6$	0.05
Zinc	mg/l	Zn	3

Nota:
Color: El efluente líquido no debe introducir color visible al receptor.
Las concentraciones se refieren a valores totales.
T.N.: Temperatura Normal del sitio.
Fuente: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000.

Para determinar cuando el grado de cianuro de la solución de drenaje se encuentre cercano a alcanzar los valores establecidos por la norma de calidad de agua, se instalará un aparato de destilación para determinar la calificación WAD Cianuro de acuerdo con el procedimiento ASTM D 2036-98 Método de Ensayo C. El alcance de este método ASTM cubre la determinación de compuestos de cianuro y ácidos débiles complejos disociables en agua.

De acuerdo a lo indicado por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000, la frecuencia mínima de control para las descargas de efluentes, está en función al volumen de descarga, tal como se presenta en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Frecuencia mínima de control para descargas de efluentes

Volumen de descarga (m^3/año)	Frecuencia mínima de control	Descarga de los siguiente parámetros
< 50,000	2 días al mes	Arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc
50,000 a 300,000	3 días al mes	
> 300,000	5 días al mes	

Fuente: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000.

Para realizar las verificaciones y monitoreos de contenido de cianuro se seguirá la metodología establecida por el reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000.

2.2 EN IA RESPUESTA DADA A IA PREGUNTA 14 DE LA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, SE INDICA QUE DURANTE LA ETAPA DE OPERACION LAS ROCAS DE DESECHO QUE SE DEPOSITAN SON DE TAMAÑO GRANDE, POR LO TANTO, NO HAY PARTÍCULAS DE MENOR TAMAÑO QUE PUEDAN GENERAR EMISIONES DE POLVO FUGITIVO". SIN EMBARGO, ESTA AFIRMACIÓN NO ES CORRECTA YA QUE EN CUALQUIER DEPÓSITO DE ROCA SIEMPRE EXISTEN PARTÍCULAS PEQUEÑAS QUE PUEDEN SER ARRASTRADAS POR EL VIENTO. IGUALMENTE EN DICHA RESPUESTA SE SEÑALA LO SIGUIENTE ".. LA OPERACIÓN DE WRD CONSIDERA UN CIERRE PROGRESIVO ES DECIR QUE AREAS DENTRO DEL WRD SE IRÁN CUBRIENDO CON MATERIAL ARCILLOSO Y TOPSOIL SOBRE LAS PORCIONES QUE YA NO SE USARAN. EL DEPÓSITO DE ROCA ESTÉRIL SERÁ SOMETIDO A LA RECUPERACIÓN CONTINUA, ASÍ COMO LAS ÁREAS DE DISPOSICIÓN A ALCANZAR SU VIDA ÚTIL. ESTAS SE CUBRIRÁN CON UN SISTEMA DE COBERTURA DE TIERRA, LO QUE REDUNDARÁ EN UNA MAYOR REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PARTICULAS FUGITIVAS DE LAS ÁREAS DE VOLCADO DE ROCA ESTÉRIL. DURANTE EL CIERRE Y EL POST CIERRE, LA MAYOR PARTE O TODA EL ÁREA DEL DEPÓSITO DE DESMONTE ESTARÁ CUBIERTOS Y NO SE PREVÉ POLVO FUGITIVO QUE SE GENEREN". SIN EMBARGO TODO LO EXPUESTO NO DESCARTA QUE DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN EL DEPÓSITO WRD GENERE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO POR ACCIÓN DEL VIENTO. CON BASE A LO ANTES DICHO SE LES REITERA EXPLICAR Y JUSTIFICAR LA NECESIDAD O NO DE IMPLEMENTAR CONTROL DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN EL DEPÓSITO DE MATERIAL ESTÉRIL.

MCQSA a través de Golder Associates ha estimado las emisiones fugitivas de material particulado producto de las actividades en el depósito de roca estéril (WRD), tanto para la etapa operación de la mina y los escenarios de cierre del Proyecto. Estas actividades incluyen la descarga de camiones, topadoras, y las operaciones de clasificación. También se han estimado las emisiones de polvo fugitivo que se espera sea generado a partir de las superficies alteradas debido a la acción del viento. Las emisiones fugitivas de la WRD se incluyeron en el análisis del impacto de la calidad del aire y la contribución total de la WRD a los impactos totales modelado se presenta a continuación en la Tabla 2.3.

Tabla 2-3: Resumen de las Emisiones estimadas de la Operación del WRD

	Boca Quema	Río Quema	La Llana
PM10 24-Horas – WRD Impacto porcentual sobre los resultados de la modelación			
Etapa de Operación	6.5%	6.5%	7.0%
Etapa de Cierre	18.7%	14.6%	15.8%
PM 2.5 -24-Horas – WRD Impacto porcentual sobre los resultados de la modelación			
Etapa de Operación	6.0%	6.9%	7.2%
Etapa de Cierre	20.6%	16.5%	17.8%

Fuente: Golder Associates, 2016.

Se desarrollo un modelo de dispersión de material particulado para el proyecto. El modelo parte del supuesto que, dado que las emisiones de polvo (PM-10 y PM-2.5) son directamente proporcionales a la cantidad de movimiento de material, se espera que el 4 año de operaciones, el cual sea el año con mayor movimiento de material, por lo tanto resulte en el año con mayor generación de emisiones fugitivas de polvo. Las emisiones también son directamente proporcionales a impactos en la calidad del aire. Por lo tanto, si la mayor cantidad de emisiones se dan en el año de mayor producción, y al mismo tiempo cumpliendo con los límites permisibles y estándares de calidad del aire, sería razonable la conclusión de que todos los demás años de operación también cumplirán con las normas de calidad del aire. ***Después de que la operación minera se haya completado, no habrá circulaciones de camiones de transporte en superficies que normalmente representa más del 90% de polvo fugitivo total generado por una operación de minería de superficie. Por lo tanto, se espera que el total de emisiones de polvo generadas por las actividades de cierre de minas sean menor que en el año de operación con más movimiento de material y también deben cumplir con las normas de calidad del aire.***

El depósito de desmonte se cerrará progresivamente, que incluirá clasificación de los bancos para drenar y colocar una cubierta sobre las laderas de volcado. La etapa de cierre consistirá en recubrir estas áreas con material compuesto tierra

vegetal, capaz de soportar la vegetación local. Durante la operación minera, se almacenara el topsoil en dos pilas de almacenamiento cerca del depósito de desmonte, los cuales serán utilizados para ir cubriendo progresivamente este depósito de desmonte a medida que sea necesario

No se espera que el depósito de roca estéril sea un punto crítico de fuente de emisión de material particulado.

En base a los resultados de la modelización, la contribución relativa del WRD a las concentraciones totales de material particulado es pequeña y dado que las concentraciones ya han demostrado estar por debajo de los estándares de calidad del aire, las emisiones fugitivas de polvo generadas en el WRD no afectarían negativamente a la calidad del aire total. MCQSA empleará medidas de control de polvo fugitivo durante la operación de la mina para obtener los impactos reales de calidad del aire.

2.2.1 *Medida de mitigación control de material particulado en WRD*

En los alrededores del proyecto propuesto se experimenta fuertes lluvias durante los meses de noviembre a abril. Las fuertes lluvias proporcionaran protección natural durante estos meses y por lo tanto, la aplicación de riego será mínimo o ninguno durante estos meses. Se estima que la mitigación natural tendrá un control de eficiencia de 60%, lo que equivale a control debido a la pulverización de agua en una zona abierta. Sobre la base de la de 1 año de datos de precipitación, se espera que las precipitaciones que se produzcan sean mayores del 75% de los días durante estos meses. Como resultado, se espera que la mitigación natural para suprimir las emisiones de material particulado.

A parte de la mitigación proporcionada naturalmente, se han considerado medidas preventivas, mitigadoras y correctoras, tales como:

- Durante la fase de planificación del proyecto la variable ambiental fue tomada en cuenta para establecer la ubicación del depósito de roca estéril WRD. La ubicación fue establecida a través de un análisis de alternativas, en donde

estratégicamente el área quedara ubicada fuera del área de influencia evitando las áreas más sensibles, que el sitio permita la disposición de los estériles de una manera económica y que se puedan minimizar los efectos del impacto ambiental.

- Se ha tomado en cuenta desde la fase de desarrollo de la explotación, el concepto, diseño, ejecución y manejo del depósito, con el fin de iniciar el proceso de restauración desde las fases tempranas de producción del proyecto minero. Es decir el inicio del recubrimiento con capa vegetal.
- De igual forma se han proyectado las acciones de adecuación y manejo de del depósito para restauración, con el fin de aprovechar los costos de oportunidad que plantea el manejo de estériles desde las fases tempranas del proyecto minero.
- Paralelo a su avance y desarrollo, la capa superficial del suelo y el suelo superficial, removidos durante el desarrollo del proyecto, serán utilizados para progresivamente cubrir el WRD. El suelo superficial se utilizará para cubrir y re-nivelar las superficies alteradas, del depósito de material estéril. La capa superficial del suelo se utilizará como una capa superior para promover la revegetación de las áreas alteradas. Con estas medidas no se prevé dispersión de material particulado por viento ya que se establecerán barreras vivas que permitan minimizar el impacto visual y la contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión originadas por la erosión eólica.
- La operación de WRD considera un cierre progresivo es decir que áreas dentro del WRD se irán cubriendo material arcilloso y topsoil sobre las porciones que ya no se usaran.
- El depósito de roca estéril será sometido a la recuperación continua así como las áreas de disposición a alcanzar su vida útil. Estas se cubrirán con un sistema de cobertura de tierra, lo que redundará en una mayor reducción de las emisiones de partículas fugitivas de las áreas de volcado de roca estéril.

2.3 SE REITERA LA NECCESIDAD DE PRESENTAR UNA MODELACION MATEMATICA DE LA DISPERSION DE MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2.5 QUE PERMITA MOSTRAR LA DIRECCIÓN, EL SENTIDO Y EL ALCANCE (CONCENTRACIONES VS DISTANCIA) DEL IMPACTO DEL MATERIAL PARTICULADO EN IA ATMOSFERA Y LAS ÁREAS POBLADAS PRÓXIMAS AL PROYECTO, YA QUE LA QUE FUE INCLUIDA EN EL ESTUDIO NO PERMITE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO EN SUS INMEDIACIONES Y A DISTANCIA, ESPECIALMENTE SOBRE ZONAS HABITADAS. LA MODELACIÓN DEBERA REALIZARSE PARA DOS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO: ETAPA DE OPERACION CONSIDERANDO LOS EFECTOS EN PLENA PRODUCCION (AÑO DE MÁXIMO DESARROLLO DE LA MINA) Y ETAPA DE POST CIERRE, UNA VEZ QUE LA OPERACIÓN Y EL CIERRE HAYAN FINALIZADO. INCLUIR UN ANÁLISIS COMPLETO DE LA MODELACIÓN, DONDE EMITAN OPINIÓN FUNDADA RESPECTO DE LOS ALCANCES DEL PROBLEMA Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS LOS CUALES DEBERÁN SER INCLUIDOS EN EL CAPITULO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO.

2.3.1 *Etapa de operación considerando los efectos en plena producción (año de máximo desarrollo de la mina)*

MCQSA a través de Golder Associates, ha desarrollado un análisis con relación a las emisiones de material particulado que considera:

- Estimación de las emisiones de material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10) y también las partículas con un diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros (PM-2,5);
- Desarrollo del modelo de dispersión de aire utilizando el modelo AERMOD de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) para predecir las concentraciones ambientales futuras de PM-10 y PM-2,5;

La modelación se realizó utilizando el software Aermod View, el cual utiliza las ecuaciones del modelo Aermod, recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés).

El AERMOD puede ser empleado para predecir concentraciones de contaminantes en los receptores ubicados dentro de los 50 km de una fuente y

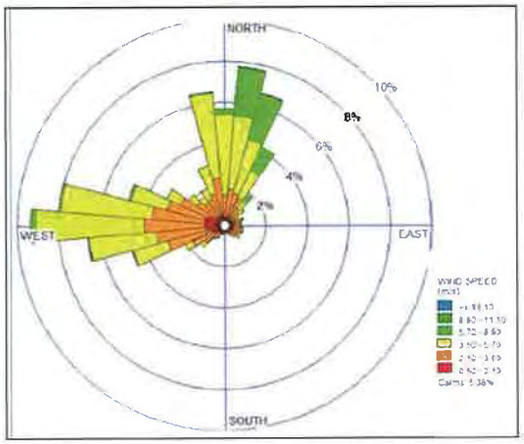
calcular concentraciones horarias sobre la base de datos meteorológicos horarios. Asimismo, es aplicable para la mayor parte de escenarios ya que sus algoritmos científicos permiten simular el comportamiento de la pluma en todos los tipos de terreno (plano, semi-complejo y complejo). En relación al estudio de modelamiento, se empleó AERMOD para predecir las concentraciones máximas para cada uno de los receptores evaluados en las áreas cercanas y circundantes a las plataformas

En el anexo 3.1 de este documento se incluye el informe completo de la modelación de calidad de aire realizada para el proyecto donde se incluye la metodología utilizada para correr dicho modelo.

2.3.1.1 Viento

Se consideró que la época seca es de mayo a noviembre y la época húmeda de diciembre a abril. En la Figura 2-1 se presenta la rosa de vientos anual a nivel de la superficie.

Figura 2-1: Rosa de Vientos del Área de Estudio



Fuente: Golder, 2016.

2.3.1.2 Receptores

Los receptores más cercanos (comunidades) al proyecto son Boca Quema, Río Quema, y La Llana, ubicadas a una distancia de aproximadamente 4,8 km, 3.6 km

y 4,5 km de la zona de procesamiento de mineral. En la Tabla 2-4 se muestran los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras del Proyecto Cerro Quema.

Tabla 2-4: Ubicación de receptores

Receptores	Ubicación con respecto al proyecto (Km)	Elevación (m)	Coordenadas	
			Este	Norte
La Llana	4.5	83.7	546,862.8	831,574.8
Boca de Quema	4.8	119	548,675.4	831,233.9
Río Quema	3.6	105	548,326.2	830,452.4

Fuente: Golder, 2016.

2.3.1.3 Emisiones

La emisiones de material particulado (PM-10 y PM-2.5), serán generadas por las diversas actividades relacionadas con la minería. Aunque la mayoría de las emisiones de PM-10 y PM-2.5 son de naturaleza fugitiva, pequeñas cantidades de estas emisiones serán generadas por los equipos de combustión.

Los tipos y fuentes de las emisiones de polvo fugitivo (PM-10 y PM-2,5) asociadas con la operación del Proyecto propuesto consisten en:

- Transporte de material en camiones por vías afirmadas
- Movimiento de equipos misceláneos de soporte en rutas de acarreo;
- Actividades de transferencia de material (por lotes o en forma continua) asociadas con las actividades de carga y descarga de los camiones y manipulación de material;
- Actividades de movimiento de tierras efectuadas con tractores tipo buldócer;
- Actividades de nivelación;
- Erosión eólica por el almacenamiento del material;

- Actividades de perforación y voladuras (únicamente cuando sea requerido); y
- Actividades de procesamiento como la de trituración de mineral.

Las emisiones de PM-10 y PM-2.5 también serán generadas por los equipos como hornos de fundición, recuperación electrolítica, calentador de agua y dos generadores diesel. La Tabla 2-5 presenta el resumen de las emisiones estimadas producto de las operaciones en el Proyecto.

Tabla 2-5: Resumen de las Emisiones estimadas de la Operación del Proyecto Cerro Quema (año 4).

Actividades	Año 4 de Operación			
	PM-10		PM – 2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	250.393	444.533	38.394	68.162
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.168	1.208	0.168	1.208
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	3.648	26.269	3.648	26.269
Manipulación de material	6.224	14.172	0.934	2.126
Procesamiento de material	3.458	30.295	0.519	4.544
Actividades de movimiento de material con buldócer	61.859	445.383	9.279	66.807
Actividades de nivelación	1.680	12.096	0.118	0.848
Actividades de voladura	8.061	2.902	0.465	0.167
Actividades de perforación	3.720	26.784	0.372	2.678
Erosión eólica por almacenamiento del material	2.678	1.303	0.378	0.196
Fuentes de equipos de combustión	2.292	20.079	2.292	20.079
Emisiones Totales	**344.023**	**1,025.024**	**56.566**	**193.085**

Fuente: Golder Associates, 2016.

De acuerdo al plan de la minería, el Proyecto Cerro Quema estará operando durante 5 años y la mayor producción de material está diseñada para producirse durante el funcionamiento del Año 4. ***Dado que la generación de polvo fugitivo es directamente proporcional a la cantidad de caudal de material, se espera***

que en el Año 4 se generara una mayor cantidad de polvo fugitivo. El Año 4 es también el año en que ambos tajos operaran en conjunto con las instalaciones auxiliares y de procesamiento. De esta manera el año 4 ha sido elegido para el análisis de la calidad del aire.

2.3.1.4 Estándares de calidad

Los impactos resultantes fueron comparados con los estándares nacionales de calidad ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (NAAQS, por sus siglas en ingles) de la USEPA. Estos estándares pueden ser primarios o secundarios. Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles" como los asmáticos, los niños y los ancianos. Las normas secundarias proporcionan la protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios. En el Tabla 2-6 se presentan los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cúbico.

Tabla 2-6: Estándares de calidad de aire

Parámetro	Periodo	USEPA (ug/m^3)	Guías OMS (ug/m^3)
PM - 10	24 horas	150*	50*****
	Anual	NA**	20
PM – 2.5	24 horas	35***	25*****
	Anual	12****	10

Fuente: Golder Associates, 2016.

*No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años
**USEPA revoco el estándar de promedio anual de PM-10 desde el 2006
***Percentil 98 para un promedio de 3 años
****Media anual para un promedio de 3 años
***** Basado en el percentil 99th

2.3.1.5 Resultados de Modelamiento del Material Particulado (Operación)

La Tabla 2-7 muestra en resumen los resultados del modelo para concentración promedio de 24 horas y anuales para material particulado PM-10 y PM-2.5 respectivamente.

Tabla 2-7: Concentraciones de emisiones fugitivas de material particulado

Fuentes	Tiempo promedio	Receptores	Elevación (m)	Concentraciones máximas pronosticadas ($\mu g/m^3$)			Estándar USEPA ($\mu g/m^3$)***
				Línea base*	Concentraciones (Modelo)	Concentraciones totales**	
PM 10	24 horas	La Llana	83.7	45.8	9.8	55.6	150
		Boca de Quema	119	45.8	13.2	59.0	150
		Río Quema	105	45.8	9.0	54.8	150
	Anual	La Llana	83.7	16.6	1.14	17.7	50
		Boca de Quema	119	16.6	1.95	18.6	50
		Río Quema	105	16.6	1.35	18.0	50
PM 2.5	24 horas	La Llana	83.7	6.9	5.26	12.1	35
		Boca de Quema	119	6.9	5.72	12.6	35
		Río Quema	105	6.9	4.14	11.0	35
	Anual	La Llana	83.7	2.5	0.44	2.9	12
		Boca de Quema	119	2.5	0.70	3.2	12
		Río Quema	105	2.5	0.51	3.0	12

Fuente: Golder Associates, 2016

*Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en más de 5 locaciones cerca del Proyecto Cerro Quema (EM1-EM5) en Mayo, 2014. La concentración máxima promedio en 24 horas monitoreada fue utilizada como concentración de línea base o de fondo. Desde que los registros de monitoreo de PM-2.5 no se encuentran disponibles, se ha utilizado el 15% de las concentraciones de PM-10 monitoreados como las concentraciones de línea base o de fondo de PM-2.5. La USEPA recomienda el 15% como fracción de PM-2.5 en la estimación de las emisiones de polvo fugitivo del tráfico en las carreteras sin pavimentar.

**Máximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

***Estándares de Calidad del Aire de los Estados Unidos de Norteamérica (AAQS, por sus siglas en ingles).

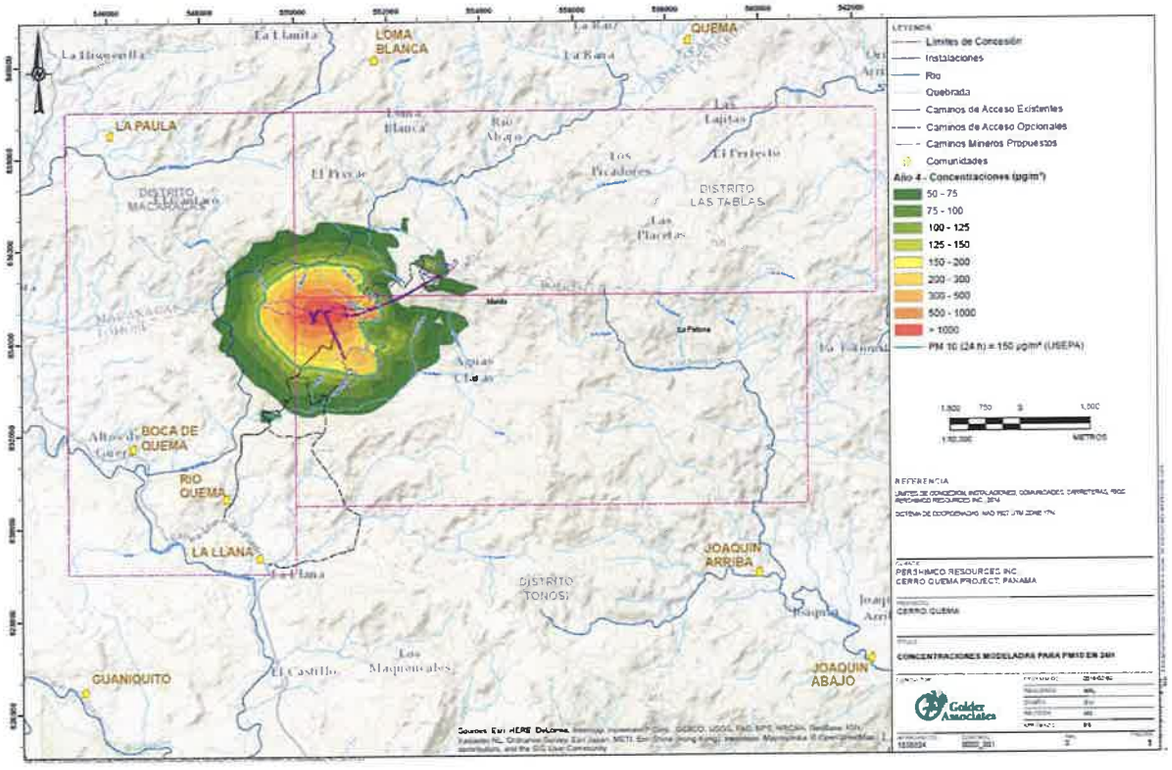
El modelo parte del supuesto que, dado que las emisiones de polvo (PM-10 y PM-2.5) son directamente proporcionales a la cantidad de movimiento de material, se espera que el 4 año de operaciones, el cual sea el año con mayor movimiento de material, por lo tanto resulte en el año con mayor generación de emisiones fugitivas de polvo. Las emisiones también son directamente proporcionales a

impactos en la calidad del aire. Por lo tanto, si la mayor cantidad de emisiones se dan en el año de mayor producción, y al mismo tiempo cumpliendo con los límites permisibles y estándares de calidad del aire, sería razonable la conclusión de que todos los demás años de operación también cumplirán con las normas de calidad del aire. Después de que la operación minera se haya completado, no habrá circulaciones de camiones de transporte en superficies que normalmente representa más del 90% de polvo fugitivo total generado por una operación de minería de superficie. Por lo tanto, se espera que el total de emisiones de polvo generadas por las actividades de cierre de minas sean menor que en el año de operación con más movimiento de material y también deben cumplir con las normas de calidad del aire.

2.3.1.6 Isopletas del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual (Operación)

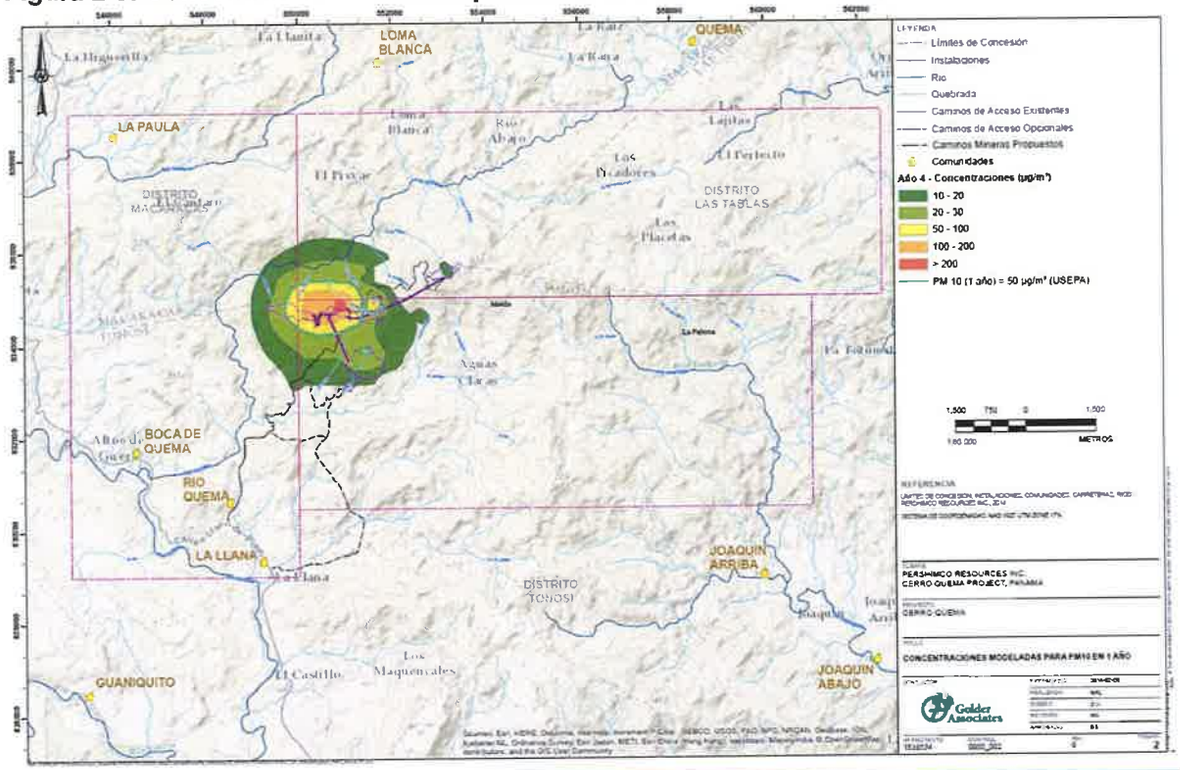
A continuación se presentan los resultados del modelo desarrollado para material particulado durante el 4to año de operaciones.

Figura 2-2: Concentraciones promedio de PM 10, 24 horas – Año 4 de operaciones.



Fuente: Golder Associates, 2016.

Figura 2-3: Concentraciones anuales promedio de PM 10 – Año 4 de operaciones.

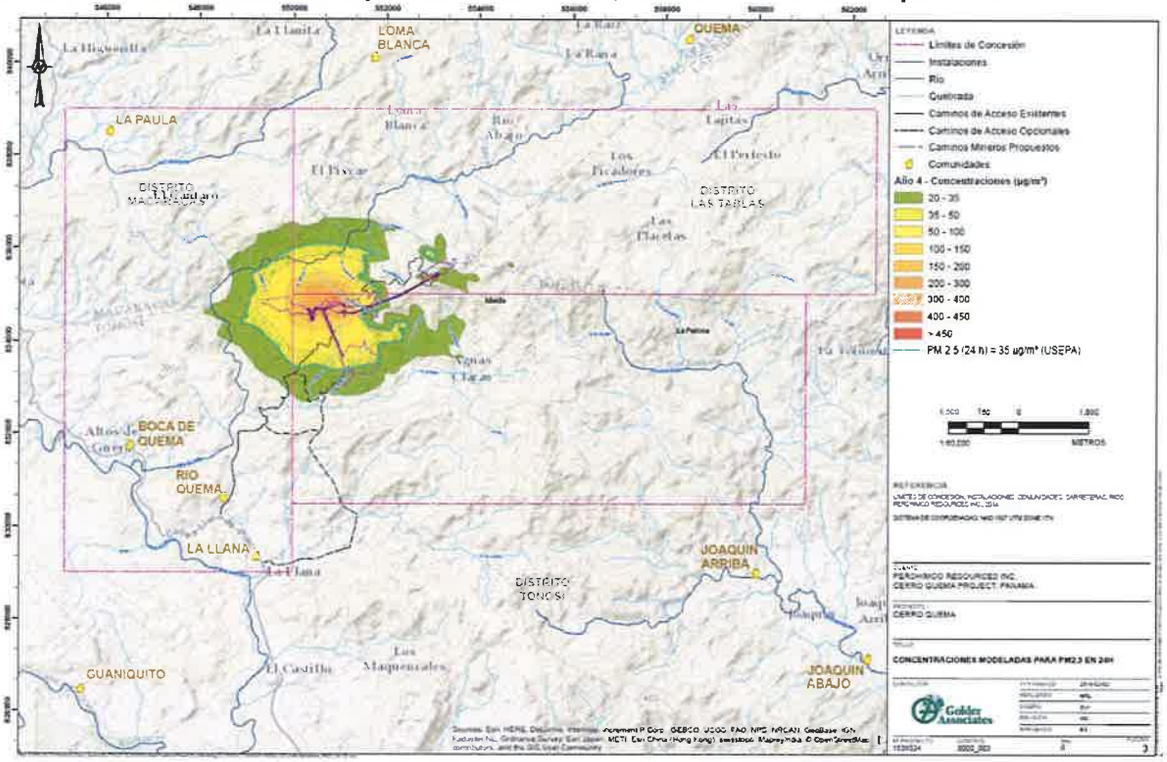


Fuente: Golder Associates, 2016.

En las figuras 2-2 y 2-3 se muestran las concentraciones de material particulado PM-10, para emisiones de 24 horas y anuales respectivamente durante el cuarto año de operaciones de la mina, que como se menciono anteriormente, representa el año de mayor producción, y mayor generación de material particulado. Se aprecia claramente que las concentraciones de PM -10 en un periodo de 24 horas no sobrepasa el Estándar de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) para material particulado 150 (ug/m^3) así como también, dichas concentraciones no logran viajar hasta los receptores más cercanos al área del proyecto, que son las comunidades de Boca Quema, Quema y La Llana. Igual comportamiento se aprecia en la figura 2-3 que muestra las concentraciones promedio anual de PM-10.

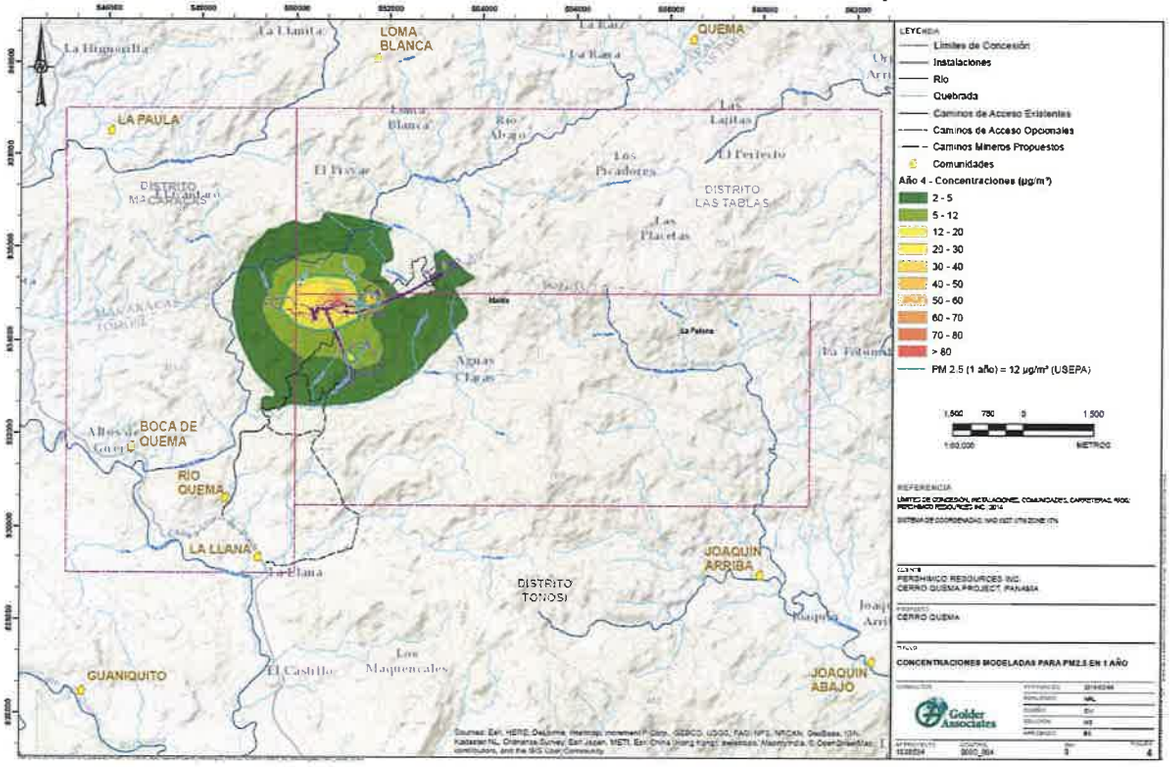
En las figuras 2-4 y 2-5 se aprecia el comportamiento de las concentraciones de material particulado PM- 2.5.

Figura 2-4: Concentraciones promedio de PM 2.5, 24 horas – Año 4 de operaciones.



Fuente: Golder Associates, 2016.

Figura 2-5: Concentraciones anuales promedio de PM 2.5 – Año 4 de operaciones.



Fuente: Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.1 de este documento se detalla la metodología y los resultados de los modelos realizados.

2.3.1.7 Conclusiones (Etapa operación)

Basado en los resultados de la modelación realizada simulando actividades al cuarto año de operaciones (pico máximo de operación), se sustenta y se concluye que las concentraciones de material particulado no son significativas y las mismas se mantienen dentro del área del proyecto sin siquiera llegar hasta los receptores más cercanos. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por el material particulado generado. Estas emisiones, no representan un peligro a los receptores más cercanos al proyecto ni a las vías principales y caminos de accesos cercanos al área del proyecto.

Los resultados de los modelos indican que la calidad del aire de los receptores más cercanos al proyecto Boca Quema, Río Quema, y La Llana, ubicadas a una distancia de aproximadamente 4,8 km, 3.6 km y 4,5 km de la zona de procesamiento de mineral no se verán afectados por las operaciones mineras.

2.3.2 *Etapa de post cierre, una vez que la operación y el cierre hayan finalizado*

Las actividades de recubrimiento restante del depósito de desmonte y de la pila de lixiviación, duraran 6 meses cada una después que las operaciones mineras hayan finalizado pero no se llevaran a cabo en forma simultánea. Para este estudio, se asumió conservadoramente que las actividades de post-cierre de estas dos instalaciones se llevaran a cabo al mismo tiempo. Asimismo, las estructuras pre-fabricadas serán desmanteladas y remolcadas. Estas actividades sólo se tomará unos días para ser completadas y se espera que genere pequeñas emisiones de partículas las cuales serán insignificantes en comparación con las actividades de cierre del depósito de desmonte y la pila de lixiviación.

2.3.2.1 Emisiones

Los tipos y fuentes de las emisiones material particulado PM-10 y PM-2,5 fugitivas asociadas con las actividades de cierre posteriores a la extracción de la mina Cerro Quema consisten en:

- El movimiento de los camiones de carga en vías mineras afirmadas;
- El movimiento del equipo minero misceláneo en superficies sin pavimentar del depósito de desmonte y la pila de lixiviación;
- Actividades de manipulación de materiales asociado con la carga y descarga de camiones;
- Actividades con buldócer y nivelación en las pilas de almacenamiento de topsoil y en el depósito de desmonte y la pila de lixiviación; y
- Erosión eólica de pilas de almacenamiento de activos y áreas superficiales disturbadas.

En la Tabla 2-8 se presenta un resumen de las emisiones estimadas para las actividades de post cierre del Proyecto Cerro Quema

Tabla 2-8: Resumen de las Emisiones estimadas durante etapa de post cierre del Proyecto Cerro Quema

Actividades	Post cierre			
	PM-10		PM – 2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	39.2	95.5	6.0	14.6
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.02	0.1	0.02	0.1
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	0.7	2.4	0.7	2.4
Manipulación de material	0.8	0.84	0.1	0.1
Actividades de movimiento de material con buldócer	13.8	49.5	2.1	7.4
Actividades de nivelación	3.4	12.1	0.2	0.8
Erosión eólica por almacenamiento del material	17.9	23.2	2.7	3.5
Emisiones Totales	**75.8**	**183.6**	**11.8**	**29.0**

Fuente: Golder Associates, 2016.

2.3.2.2 Resultados de Modelamiento del Material Particulado (Post cierre)

Los resultados del modelamiento de PM-10 y PM-2,5 asociados a la etapa de post-cierre se presentan en la Tabla 2-9. Se añadieron a los resultados de 24 horas y anuales de PM-10 y PM-2,5 la línea base monitoreada en los receptores para la obtención del impacto total. Estos impactos totales para cada parámetro fueron comparados con los estándares de calidad del aire de la USEPA y las guías de la OMS. Se observa en la Tabla 2-9 que los impactos totales están muy por debajo de las normas respectivas.

Tabla 2-9: Concentraciones de emisiones fugitivas de material particulado (Post cierre)

Fuentes	Tiempo promedio	Receptores	Elevación (m)	Concentraciones máximas pronosticadas ($\mu g/m^3$)			Estándar USEPA ($\mu g/m^3$)***
				Línea base*	Concentraciones (Modelo)	Concentraciones totales**	
PM 10	24 horas	La Llana	83.7	45.8	2.2	48.0	50
		Boca de Quema	119	45.8	4.0	49.0	50
		Río Quema	105	45.8	2.7	48.5	50
	Anual	La Llana	83.7	16.6	0.28	16.9	20
		Boca de Quema	119	16.6	0.51	17.1	20
		Río Quema	105	16.6	0.36	17.0	20
PM 2.5	24 horas	La Llana	83.7	6.9	1.23	8.1	25
		Boca de Quema	119	6.9	1.94	8.8	25
		Río Quema	105	6.9	1.36	8.2	25
	Anual	La Llana	83.7	2.5	0.11	2.6	10
		Boca de Quema	119	2.5	0.19	2.7	10
		Río Quema	105	2.5	0.14	2.6	10

Fuente: Golder Associates, 2016

*Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en más de 5 locaciones (línea base 2014, estaciones EM1, EM2, EM3, EM4, EM5).Concentración máxima 24 horas se utiliza para la no-modelo de concentración de fondo. Concentración mínimo de 24 horas se utiliza para la concentración de fondo no modelo de período de promedio anual. Dado que los datos de vigilancia para las PM2,5 no está disponible, el 15% de las concentraciones de PM10 se utilizaron como las concentraciones de fondo de PM-2,5.US EPA recomienda el 15% de la fracción PM2.5 en la estimación de las emisiones de polvo fugitivo del tráfico recorrido en carreteras sin pavimentar.

**Máximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

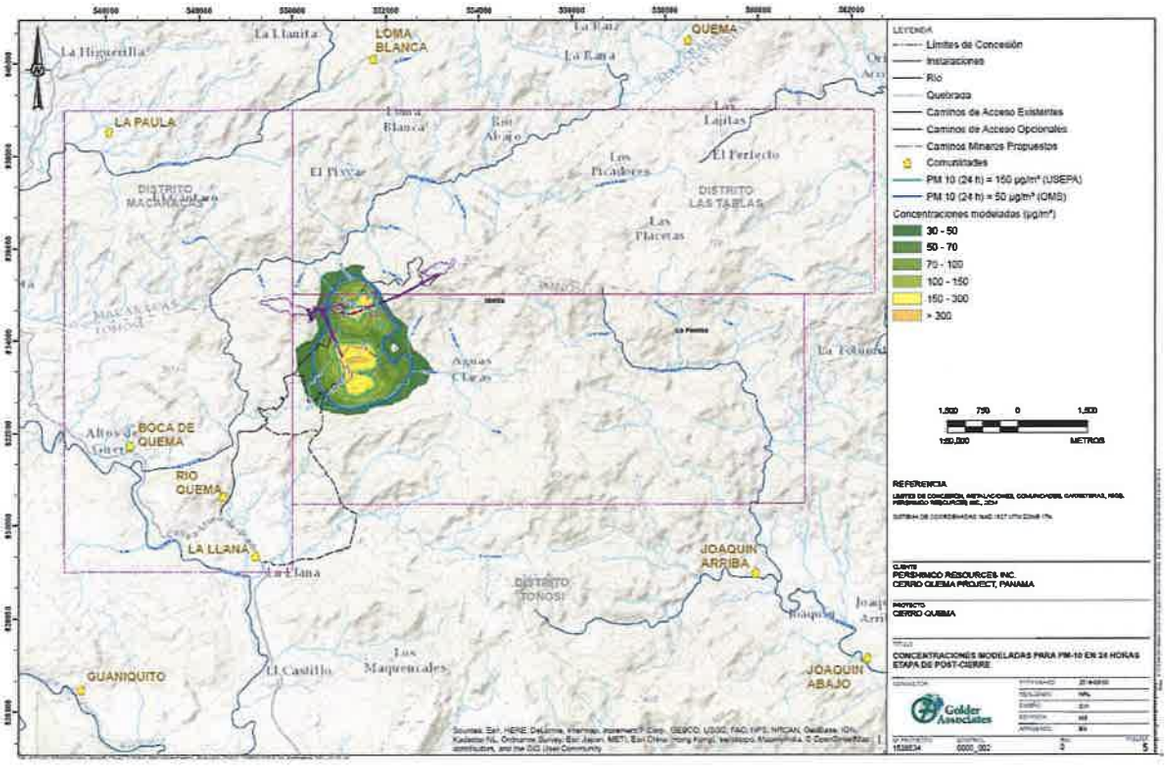
***Estándares Nacionales de Estados Unidos Calidad del Aire Ambiental (NAAQS). La norma de PM10 media anual ha sido revocada en los EE.UU..

****Guías de la OMS. OMS proporciona también objetivos intermedios en reconocimiento de la necesidad de un enfoque gradual para Alcanzar las pautas recomendadas. OMS objetivos intermedios para PM10 son 150, 100, y 75.

2.3.2.3 Isopletas del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual (Post cierre)

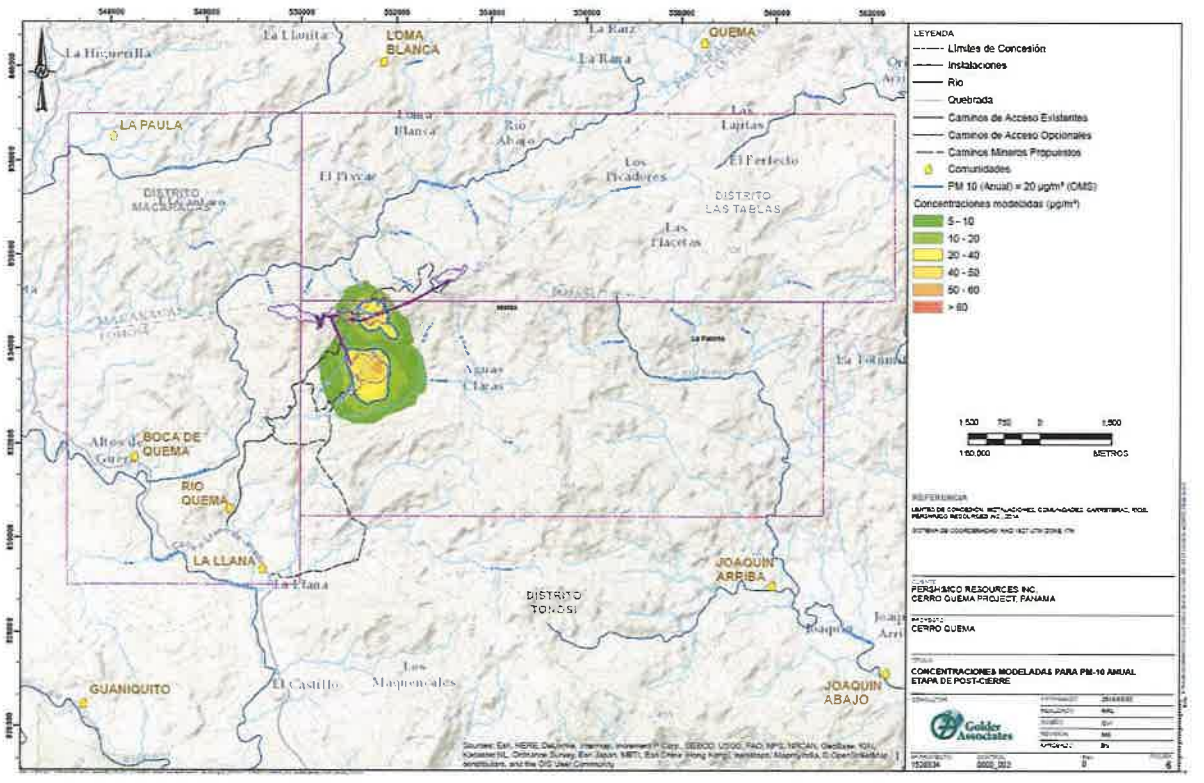
A continuación se presentan los resultados del modelo desarrollado para material particulado durante la etapa de post cierre.

Figura 2-6: Concentraciones promedio de PM 10, 24 horas – etapa post cierre.



Fuente: Golder Associates, 2016.

Figura 2-7: Concentraciones anuales promedio de PM 10 – etapa de post cierre.

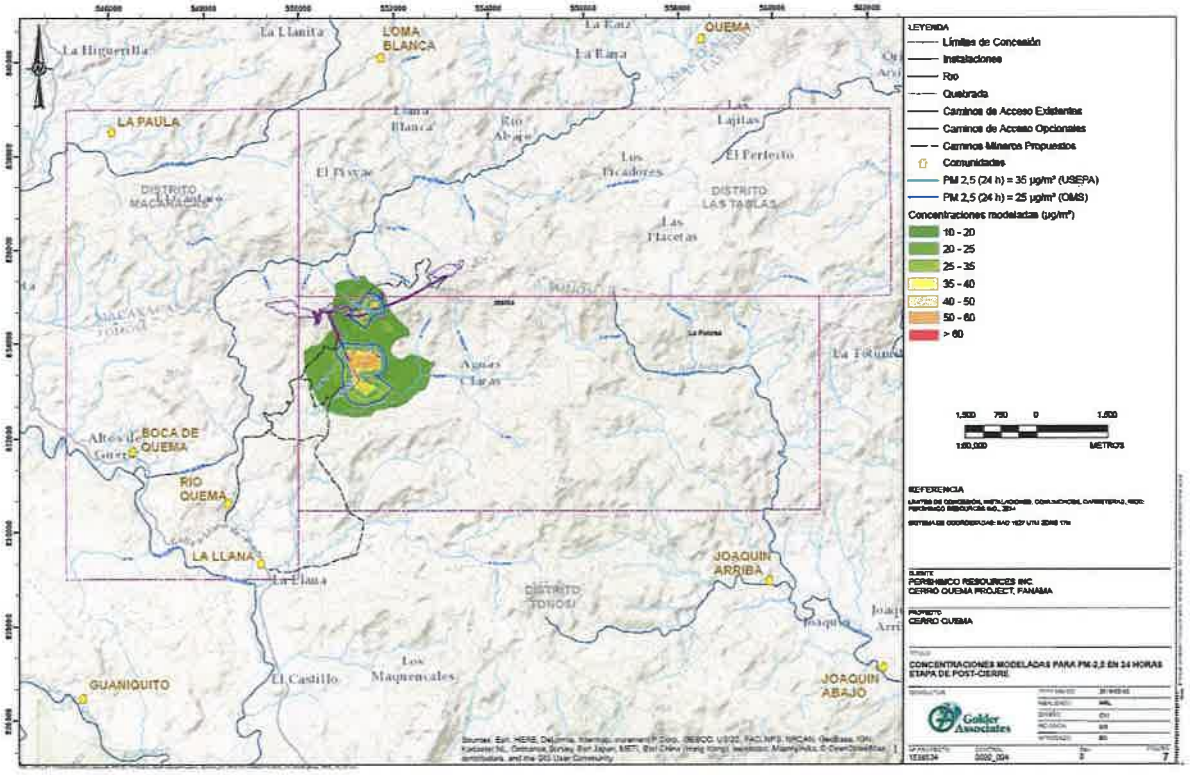


Fuente: Golder Associates, 2016.

En las figuras 2-6 y 2-7 se muestran las concentraciones de material particulado PM-10, para emisiones de 24 horas y anuales respectivamente durante la etapa de post cierre. Se aprecia claramente que las concentraciones de PM -10 en un periodo de 24 horas no sobrepasa el Estándar de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) para material particulado 150 (ug/m^3) así como también, dichas concentraciones no logran viajar hasta los receptores más cercanos al área del proyecto, que son las comunidades de Boca Quema, Quema y La Llana. Igual comportamiento se aprecia en la figura 2-3 que muestra las concentraciones promedio anual de PM-10.

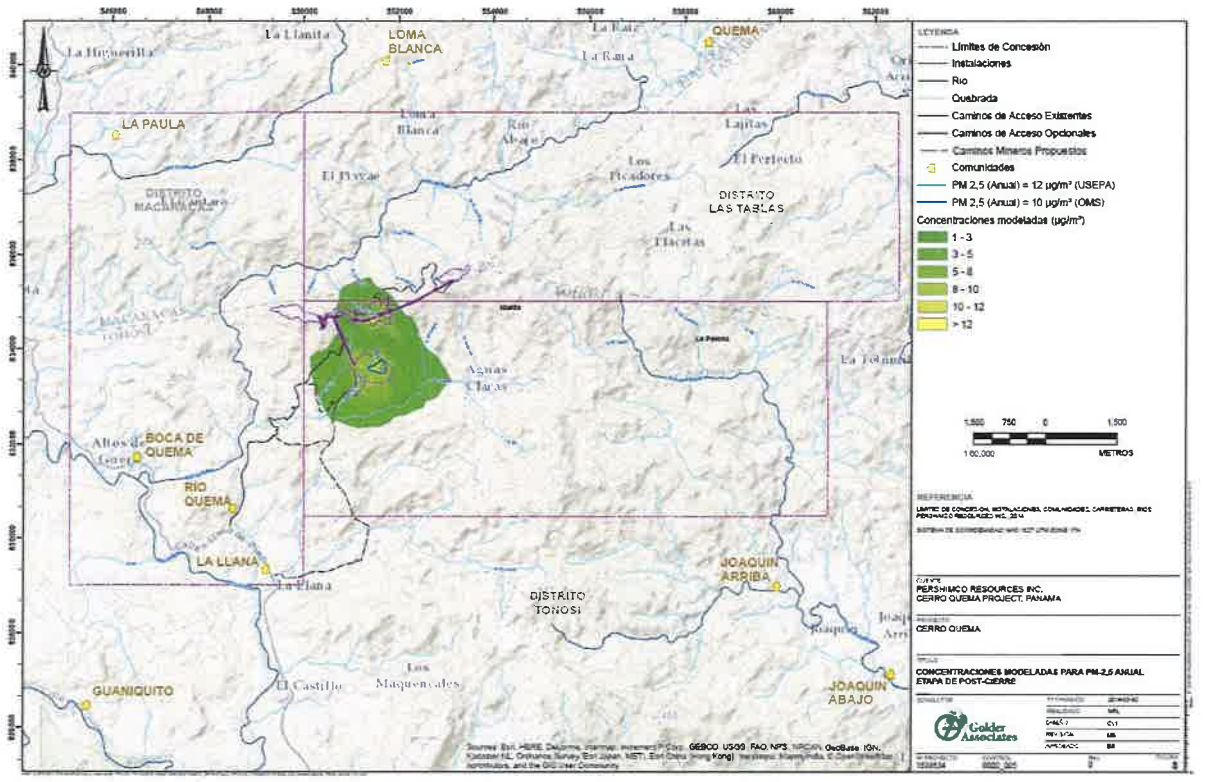
En las figuras 2-8 y 2-9 se aprecia el comportamiento de las concentraciones de material particulado PM- 2.5.

Figura 2-8: Concentraciones promedio de PM 2.5, 24 horas – etapa de post cierre.



Fuente: Golder Associates, 2016.

Figura 2-9: Concentraciones anuales promedio de PM 2.5 – etapa de post cierre.



Fuente: Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.1 de este documento se detalla la metodología y los resultados de los modelos realizados.

2.3.2.4 Conclusiones (Etapa post cierre)

Basado en los resultados de la modelación realizada para la etapa de post cierre del Proyecto, se sustenta y se concluye que las concentraciones de material particulado no son significativas y las mismas se mantienen dentro del área del proyecto sin siquiera llegar hasta los receptores más cercanos. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por el material particulado generado. Estas emisiones, no representan un peligro a los receptores más cercanos al proyecto ni a las vías principales y caminos de accesos cercanos al área del proyecto.

Los resultados de los modelos indican que la calidad del aire de los receptores más cercanos al proyecto Boca Quema, Río Quema, y La Llana, ubicadas a una

distancia de aproximadamente 4,8 km, 3.6 km y 4,5 km de la zona de procesamiento de mineral no se verán afectados por el cierre del Proyecto.

2.3.3 *Los resultados obtenidos los cuales deberán ser incluidos en el capítulo de plan de manejo ambiental del proyecto*

El Plan de manejo del Proyecto, incluye dentro de sus planes específicos de mitigación un Programa de Control de Emisiones. Este programa fue diseñado acorde con cada etapa del proyecto. Durante la etapa operación del Proyecto las medidas de mitigación estarán orientadas principalmente a disminuir la generación material particulado (partículas y polvo respirable), producto de los trabajos y actividades a realizar en suelos desnudos o bien por el trasiego de materiales y desechos, así como la generación de gases contaminantes producidos por la utilización de equipos y vehículos de combustión interna. A continuación se enuncian las medidas relacionadas con el control de material particulado incluidas en el PMA del proyecto.

2.3.3.1.1 Medidas para el control de la alteración de la calidad del aire durante la etapa de operación

Para minimizar y prevenir los posibles impactos a la calidad del aire durante la etapa de operación del proyecto, se han recomendado las siguientes medidas incluidas en el PMA del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro:

2.3.3.1.1.1 Control de polvo (material particulado)

- Instalación de estación total de monitoreo de Material particulado
- Rociar con agua, mínimo dos veces al día durante la época seca o durante largos períodos sin lluvia en la estación lluviosa, a las áreas con terreno descubierto donde se realicen movimientos de tierra o existan superficies generadoras de partículas o polvo;
- Humedecer las vías de acceso que se utilicen durante la etapa de construcción mediante la aplicación de riego con agua. Esto se realizará utilizando

camiones tipo cisterna, hasta dos veces por día durante los días de trabajo. La frecuencia de humedecimiento de éstas se podrá incrementar de acuerdo con el nivel de tráfico en las vías y con las condiciones climáticas, sobretodo en la época seca (que va de diciembre a abril, aproximadamente);

- En los casos que se haya reportado la presencia de polvo, el supervisor de operaciones de un determinado frente de trabajo le comunicara al coordinador del camión cisterna de agua, para el riego con agua de las zonas reportadas (frentes de trabajo, vías de acceso). Para esta medida se tendrán las siguientes consideraciones:
  - Esto se realizará utilizando camión internacional tipo cisterna a una velocidad promedio de 20 km/h;
  - El operador de la cisterna deberá acudir en forma inmediata al lugar donde se haya reportado la presencia de polvo, a fin de mantener húmeda el área; y
  - El humedecimiento de los accesos por donde transitan los camiones, así como los accesos secundarios de tránsito vehicular, se realizará con los aspersores de las cisternas de 10,000 galones de capacidad;
- Establecer controles sobre la velocidad de equipos pesados y vehículos que transporten materiales dentro del área del Proyecto (20 km/h), lo cual disminuirá las emisiones y reducirá el radio de expansión de las partículas de polvo;
- Colocar letreros de señalización indicando los límites de velocidad en puntos estratégicos del área del Proyecto. Asimismo, establece de ser necesario, medidas de sanción a empleados o contratistas que infrinjan estas regulaciones;
- Asegurar que la carga y descarga de materiales se haga minimizando la dispersión de polvo al ambiente;
- Se cubrirán y confinarán los materiales almacenados (grava y arena) para evitar el arrastre del mismo por la acción del viento y la lluvia.

- De igual manera, los suelos almacenados producto del movimiento de tierras, deberán ser rociados durante la estación seca y provista de un filtro de malla en estación lluviosa para mitigar el arrastre de los mismos por acción de viento y lluvia, respectivamente;
- Realizar la trituración de material pétreo y agregados en húmedo o bien con sistemas que controlen la emisión de partículas;
- Compactar, humedecer, tratar y/o mantener los caminos temporales cada vez que sea necesario.
- Humedecer los caminos de acarreo y áreas expuestas a material particulado en época seca (diciembre a abril aproximadamente) o durante largos períodos sin lluvia en la estación lluviosa;
- Utilizar sistemas de supresión a través de aspersores de agua, en la trituradora primaria y secundaria para evitar la generación de polvo;
- En días extremadamente secos y soleados, control de polvos en la faja trasportadora proveniente del tajo de -Quemita, para evitar la generación de partículas de polvo en el aire;
- Proveer a los trabajadores de las actividades de minado los equipos de protección específicos (por ejemplo mascarillas), incluir también a los operadores de maquinaria pesada que estarán esperando dentro de las cabinas de sus vehículos;
- Señalizar con letreros visibles las áreas que se designen como uso obligatorio del equipo de protección;
- No incinerar desechos sólidos en el área del Proyecto; y
- Aplicar las medidas de seguimiento, vigilancia y control tales como inspecciones visuales y monitoreos periódicos de la calidad del aire. De observarse una nube significativamente visible de polvo, avisar al supervisor ambiental para que se coordine el regado del camino de acarreo o caminos de acceso.

Para mayor detalle referirse a la Sección 10 del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para Extracción de Óxidos de Oro, incluido en el Anexo de este documento.

2.3.1 *Los resultados obtenidos los cuales deberán ser incluidos en el capítulo de identificación de impactos ambientales*

Basado en los resultados de la modelación las concentraciones de material particulado se sustenta y se concluye que las concentraciones de material particulado no son significativas y las mismas se mantienen dentro del área del proyecto sin siquiera llegar hasta los receptores más cercanos. Por lo tanto el impacto - Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5) tendría una clasificación Baja en la valoración de los impactos, sin embargo este impacto fue sido clasificado como moderado en las etapas de construcción y operación, por lo tanto será actualizado como Bajo.

Referirse a la Sección 9 incluida en el anexo 3.8 de este documento.

2.4 EN IA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 25 DE LA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, SE INDICA" ..LOS RESULTADOS DE LOS NIVELES DE RUIDO PRONOSTICADOS POR EL MODELO EN LA RUTA DE TRANSPORTE PRESENTAN UN MÁXIMO DE 41 DBA EN LA FUENTE, NIVEL QUE VA DECRECIENDO EN 5 DBA CADA 50 M DESDE IA RUTA DE TRANSPORRE. POR LO TANTO, LAS POBLACIONES ALEDAÑAS NO SERÁN AFECTADAS POR EL RUIDO DERIVADO DEL TRÁNSITO DE CAMIONES MINEROS EN ESTA VIA", SIN EMBARGO, EL VALOR DE 41 DB(A) QUE HAN ADOPTADO PARA UN CAMIÓN GRANDE Y ACELERANDO (EN LA FUENTE) SE PERCIBE COMO MUY BAJO. ESE NIVEL SONORO SE ASOCIA NONNALMENTE A UN SUSURRO SUAVE, MIENTRAS QUE PARA UN VEHÍCULO GRANDE (CAMIÓN CARGADO Y ACELERANDO) EL NIVEL SONORO EN LA FUENTE ESTÁ PRÓXIMO A LOS 100 DB(A). INDICAR COMO SE SUSTENTA LA UTILIZACIÓN DE ESE VALOR DE 41 DB(A) PARA CAMIONES GRANDES SOBRE LA RUTA DE TRANSPORTE E INCLUIR UN ANÁLISIS COMPLETO DE LA MODELACIÓN DE RUIDOS (PARA LA RUTA DE TRANSPORTE), DONDE EMITAN OPINIÓN FUNDADA RESPECTO DE LOS ALCANCES DEL PROBLEMA Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

MCQSA a través de Golder Associates ha desarrollado un análisis con relación a los niveles de ruido generados en la ruta de transporte con el objetivo de:

- Estimar de los niveles de potencia de ruido de los vehículos que transitarán en la ruta de transporte;
- Desarrollo del modelo de ruido ambiental para la ruta de transporte mediante el software CadnaA para pronosticar los niveles de ruido futuros.
- Análisis de impacto asociado al incremento de los niveles de ruido en la ruta de transporte en receptores

2.4.1 *Precisión del modelaje*

Los sistemas acústicos son dinámicos e influenciados por una muy compleja interacción de variables. Aunque las predicciones de los efectos futuros no se pueden asegurar, hay confianza en las predicciones de los niveles de ruido asociados con las actividades del proyecto Cerro Quema por las siguientes razones:

- El modelamiento de ruido se llevó a cabo usando CadnaA, software que implementa los métodos de la ISO 9613 en el cálculo de los niveles de ruido. Se puede decir que el modelo es tan exacto como los datos de entrada utilizados; por lo tanto, el modo conservador aplicado en la selección de emisión se llevó a través de la simplificación. La implementación de la norma ISO 9613 tienen una exactitud declarada de + / - 3 dB a 10 km, y sin exactitud a mayores distancias.
- Los niveles de ruido modelados para Cerro Quema son una sumatoria / compilación de los niveles de ruido previstos de las actividades de extracción y las de procesamiento. El modelamiento acústico ha considerado que todo el equipo2 está en funcionamiento al mismo tiempo durante las operaciones del Proyecto Cerro Quema. La actividad general en el sitio es probable que sea menor, ya que no todo el equipo puede estar en uso al mismo tiempo; por lo tanto, se espera que los niveles de ruido resultado del modelamiento sean conservadores.
- El modelamiento asume que los receptores se encuentran ubicados a favor del viento en todo momento, o una inversión de temperatura moderada.
- El modelamiento acústico no tiene en cuenta la variación en los niveles base o cambios en la propagación del sonido debido al cambio de las condiciones meteorológicas; no obstante prevé que esto no afectará a la evaluación general de los efectos.

Se consideró en los escenarios de modelamiento que todos los equipos estarán funcionando a excepción de los equipos y maquinaria en el sistema de pilas de lixiviación, donde solo se consideró el 75% del número de equipos.

En el anexo 3. Se incluye con mayor detalle una explicación de los niveles de confiabilidad del método de predicción de los niveles de ruido para el Proyecto Cerro Quema.

2.4.2 *Emisiones de ruido*

Los niveles de ruido generados en la ruta de transporte, también llamado camino de acceso principal, serán asociados al tránsito de camiones y vehículos livianos. Este acceso estará habilitado desde la etapa de construcción para el uso de los contratistas y personal de MCQSA para acceder al sitio. Durante la etapa de operación, se utilizará principalmente para el transporte de insumos, combustible y movilización del personal. Este camino de acceso principal, que conectará la garita de control con la plataforma de facilidades mineras, tendrá 7 km de longitud y 9 m de ancho lo cual permitirá el paso de dos camiones en simultáneo. Se espera que el paso total de camiones por este acceso sea aproximadamente de 30 unidades mensualmente y con una frecuencia de aproximadamente tres viajes semanales.

Para llevar a cabo el pronóstico de los niveles de ruido generados por el transporte de camiones en la ruta de transporte se estimaron los niveles de potencia acústica de un camión típico de 20 t a 30 t. Los niveles de potencia de ruido, Lw, caracterizan la potencia acústica (o energía) de salida de una fuente de ruido, los cuales también se expresa en dBA. Los niveles de un equipo o maquinaria se expresan a menudo en términos de su nivel de potencia acústica que es la que se irradia como fuente de ruido. De esta manera los niveles de ruido de una fuente se muestran en términos de distribución de frecuencias y se agrupan en bandas de octavas. Las frecuencias centrales para cada banda de octavas, también llamados tercios de octavas, son: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000 y 8 000 hercios (Hz).

Para efectos del análisis del ruido en la ruta de transporte, se asumió la energía acústica de 103,9 dBA de un camión típico con un peso de carga relativo de 20t a 30t, el cual tiene la siguiente información de bandas de tercios de octavas que se muestran en la Tabla 2-10.

Tabla 2-10: Bandas de Tercios de Octavas de un Camión Típico de Transporte

Fuente	Banda de Tercios de Octavas (dB)									LW (dBA)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Camión (20 t a 30 t)	67.2	72.2	85.7	91.8	98.3	99.3	98.2	94.0	88.0	103,9

Fuente: Golder, 2016

Esta información de la fuente en mención fue introducida en el modelo de dispersión de ruido CadnaA. Luego este software dispersó esta energía acústica al ambiente circundante, donde las condiciones del suelo, la atmósfera, la topografía y las barreras cercanas fueron consideradas para determinar el nivel de ruido resultante a una distancia determinada de la fuente en niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A. Por ejemplo, aproximadamente a 10m de la fuente de una potencia acústica de 103,9 dBA, el nivel de presión sonora que podría ser captado por el oído humano seria de 64,1 dBA.

2.4.3 *Receptores*

Los cambios en los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en la ruta de transporte a los que estarán expuestos los receptores serán evaluados en función a los valores pronosticados por el modelo. Para este análisis, se consideró los receptores más cercanos (comunidades) a la ruta de transporte.

En la Tabla 2-11 se muestran las coordenadas UTM de los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras de Cerro Quema.

Tabla 2-11: Ubicación de receptores

Receptores	Ubicación con respecto al proyecto (Km)	Elevación (m)	Coordenadas	
			Este	Norte
La Llana	4.5	83.7	546,862.8	831,574.8
Boca de Quema	4.8	119	548,675.4	831,233.9

Receptores	Ubicación con respecto al proyecto (Km)	Elevación (m)	Coordenadas	
			Este	Norte
Río Quema	3.6	105	548,326.2	830,452.4

Fuente: Golder, 2016.

Cabe destacar que se realizaron mediciones in situ de ruido ambiental en esto mismos receptores desde el 19 al 22 de Marzo con el objeto de obtener los niveles de ruido durante el horario diurno y nocturno antes que las operaciones mineras comiencen.

2.4.4 *Resultados*

Los resultados de los niveles de ruido se obtuvieron bajo la aplicación de dos representaciones del tránsito de camiones típicos en la ruta de transporte. En la Tabla 2-12 se presenta el resumen de los niveles de ruido y como estos niveles van decreciendo a medida que la distancia se incrementa teniendo como referencia la ruta de transporte.

Tabla 2-12: Resultados de los Niveles de Ruido – Ruta de Transporte

Representación de la Fuente	Resultados de Niveles de Ruido (dBA)		
	3 m de la fuente	30 m de la fuente	60 m de la fuente
Lineal	41.0	39.0	34.0
Puntual	69.7	60.0	50.0

Fuente: Golder, 2016

Los niveles de ruido aplicando la representación puntual son más altos que la representación lineal debido a la naturaleza de cada fuente y al promedio logarítmico emplead, ya que el primero es de forma instantánea y el segundo es en 24 horas.

Los receptores más cercanos a la futura ruta de transporte se encuentran a una distancia de 1,3 km (Rio Quema) a 3,2 km (La Llana); por lo tanto, los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en el acceso, en cualquiera de sus

dos representaciones de esta fuente en el modelo, no generarán ningún incremento en los niveles de ruido de línea base medidos en los receptores.

En la Tabla 2-13 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

Tabla 2-13: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores (estaciones Golder)

Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)		L min	L max
	Diurno (nivel sonoro máximo 60 dBA)	Nocturno (nivel sonoro máximo 50 dBA)		
Boca de Quema	53.2	47.9	27.4	84.1
Río Quema	46.3	36.6	25.1	79.8
La Llana	51.9	43.2	28.1	93

Fuente: Golder, 2016.

Se observa en la Tabla 2-13 que los niveles de ruido registrados en cada uno de los receptores se encuentran por debajo de los estándares panameños para áreas residenciales en horarios diurnos (60,0 dBA) y nocturnos (50,0 dBA).

El ruido total futuro es la suma logarítmica de los niveles de línea base y los niveles de ruido pronosticados por el modelo y el incremento en los niveles de ruido seria la diferencia entre el ruido total y la línea base.

En el presente análisis, los receptores se encuentran ubicados entre 1,3 km a 3,2 km de la ruta de transporte por lo que el ruido generado al tránsito de camiones en este acceso no afectaría o incrementaría los niveles de línea base monitoreados en cada receptor. Para que el ruido total futuro en receptores supere los estándares, la distancia entre la ruta de transporte y los receptores tendrían que ser menos de 60 m y el tránsito de camiones debería ser de forma horaria (al menos dos camiones cada hora del día), de flujo constante y con una frecuencia diaria.

El anexo 3.2 de este documento incluye el informe de modelamiento de ruido sobre el Proyecto y la ruta de transporte.

2.5 SE REITERA IA NECESIDAD DE PRESENTAR UN MAPA DE FLUJOS PROBABLES DE VIENTOS CATABATICOS SOBRE UNA IMAGEN SATELITAL DONDE PUEDA VERSE LA HUELLA DEL PROYECTO CON SUS COMPONENTES MÁS IMPORTANTES, LA UBICACIÓN DE LOS POBLADOS MÁS CERCANOS Y LOS VECTORES QUE INDIQUEN DIRECCIÓN Y SENTIDO DE LOS FLUJOS DE LAS MASAS DE AIRE.

2.5.1 *Introducción*

En meteorología es común el fenómeno de la brisa Valle y la brisa de Montaña estas generan los vientos Anabáticos (brisa de valle) y vientos Catabáticos (brisa de montaña). Estos se originan por las diferencias en el calentamiento de la superficie terrestre caracterizada por un complejo de particularidades topográficas, tales como la rugosidad del terreno. La intensidad del flujo depende de las variaciones de temperatura entre el calentamiento diurno y el enfriamiento nocturno de la superficie del suelo, la orientación del complejo montañoso con respecto a la incidencia de la radiación solar y las condiciones sinópticas predominantes en un intervalo de tiempo determinado.

El Viento Anabático determina un flujo que sopla desde el valle (viento ascendente) en el día, originado por efecto del calentamiento radiactivo sobre la superficie. Es de interés en este documento el viento Catabático.

Los vientos Catabáticos se refieren al viento que se forma cuando una masa densa de aire frío se desliza, por gravedad, hacia abajo de una montaña. Esto sucede, especialmente, con cielos claros en la noche, cuando la radiación solar cesa y el suelo se enfría por emisión de radiación infrarroja (onda larga) y la temperatura desciende rápidamente. Se desarrolla con más intensidad en días despejados durante la noche y la madrugada, producto del enfriamiento del suelo por radiación. En este proceso, el aire que entra en contacto con la superficie fría (por la emisión de la radiación por la superficie terrestre), se enfría y aumenta su densidad con respecto al aire circundante, por efecto de la gravedad desciende ladera abajo. En su descenso se genera un calentamiento adiabático, sin embargo, se considera como viento frío. Es importante mencionar que, aunque

este viento podría alcanzar velocidades importantes por la dirección de desplazamiento y características térmicas de las parcelas de aire, el efecto de la fricción retrasa el movimiento. *A manera de ejemplo, podemos comentar que en Groenlandia ocurren vientos Catabáticos muy fuertes debido a que el efecto de fricción es casi nulo en la superficie congelada, a diferencia del área de donde se ubica el Proyecto Cerro Quema donde hay distintos factores del suelo y la vegetación que aumentan la fricción haciendo que el viento descendente no alcance altas velocidades.*

2.5.2 Características de área de influencia. Condiciones que podrían propiciar el Viento Catabático en el área del Proyecto

La región en la que se encuentra el proyecto Minero Cerro Quema tiene una topografía bastante quebrada, por lo que podría generarse vientos Catabáticos. Otro elemento que encontramos en el área del Proyecto es que, en temporada seca, debido a la ausencia de nubosidad, hay un fuerte calentamiento diurno y un enfriamiento radiactivo; características necesarias para la generación del viento Catabático.

La Tabla 2.14 elaborada con los datos de la estación en el área del proyecto, muestra la distribución estacional de la temperatura máxima (diurna), mínima (nocturna) y la diferencia entre ambas, es decir la amplitud diurna. Se ha colocados colores para indicar la temporada en que ocurre. Se nota claramente que durante la temporada seca la diferencia entre la temperatura diurna (temperatura máxima) y la nocturna (temperatura mínima) es mayor que durante la temporada lluviosa. Es decir, en temporada seca existe mayor probabilidad de ocurrencia de vientos Catabáticos, debido a que el enfriamiento durante estos meses es mayor que en los de temporada lluviosa.

Tabla 2-14: Distribución estacional de la temperatura diurna y nocturna. Estación Hobo.

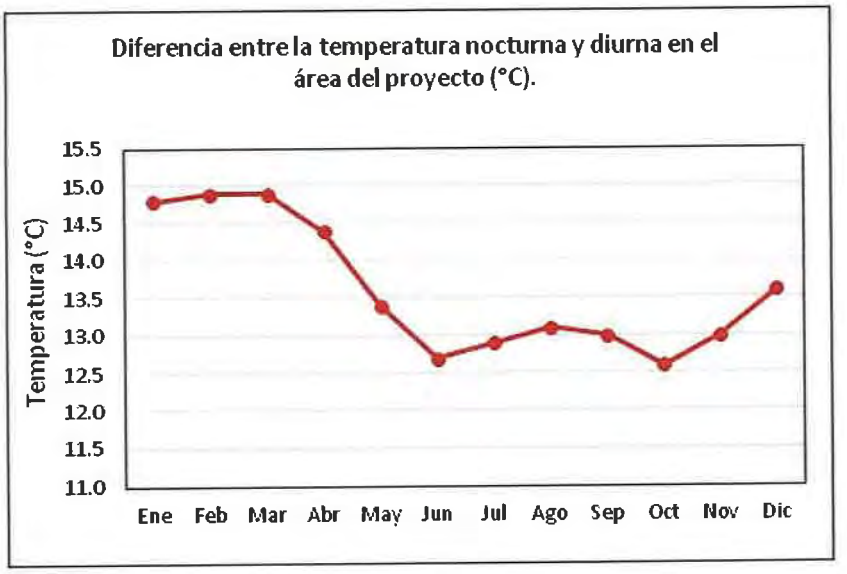
Época del año	Temporada Seca				Temporada lluviosa							
Variables/meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Temperatura máxima media (°C)	33.6	34.1	34.8	35.4	35.4	34.4	34.0	34.3	34.0	33.8	33.5	33.3
Temperatura mínima media (°C)	18.8	19.2	19.9	21.0	22.0	21.7	21.1	21.2	21.0	21.2	20.5	19.7
Diferencia (°C)	14.8	14.9	14.9	14.4	13.4	12.7	12.9	13.1	13.0	12.6	13.0	13.6

Datos: estación Hobo, Proyecto Minero Cerro Quema.
Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

El gráfico 2-1 muestra las diferencias de temperatura entre el día y la noche, expresadas en la Tabla 2-14. Nótese que los meses de enero, febrero, marzo y abril tiene las mayores diferencias por lo que la brisa nocturna presentará los mayores valores de estos meses, por estar relacionada directamente con el gradiente de temperatura.

Gráfico 2-1: Gradiente de temperatura, Proyecto Cerro Quema



Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

Para definir los meses de la temporada seca y la lluviosa se utilizaron los datos de lluvia, expresada en milímetros, de la estación La Llana, propiedad de ETESA y la estación Bayano, propiedad de IDIAP, las coordenadas se describen en la Tabla 2-15.

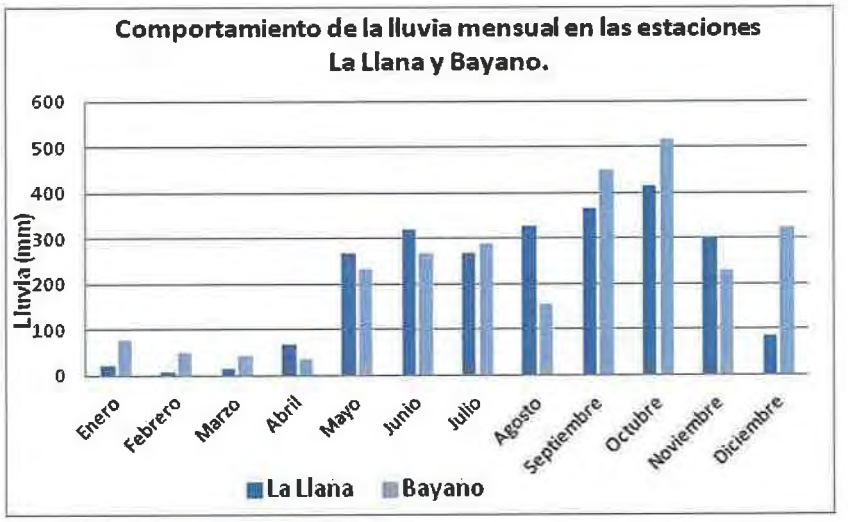
Tabla 2-15: Ubicación de Estaciones ETESA.

Estación	Latitud Norte (°)	Longitud Oeste (°)	Elevación (msnm)
La Llana	7°30'07"	80°33'03"	60
Bayano	7° 38' 00"	80° 22' 00"	255

Fuente: Hidrometeorologia, ETESA e IDIAP.

Como muestra en el gráfico 2-2, la lluvia presenta los valores más bajos desde el mese de diciembre hasta el mes de abril, características de la temporada seca y un repunte en mayo hasta noviembre, definiéndose en este período la temporada lluviosa.

Gráfico 2-2: Comportamiento mensual de la precipitación, estaciones La Llana y Bayano.



Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

2.5.3 *Análisis para definir si existe o no vientos Catabáticos en el área de la MCQ*

Para definir la ocurrencia de vientos Catabáticos o no, se utilizaron los datos de la dirección del viento en forma horaria. Estos datos permiten observar cambios en la dirección del viento entre el día y la noche, a estos valores se le asocia la velocidad media del viento en cada hora para ver los cambios y a que velocidades se desplazan los vientos.

Se organizaron los datos de la dirección del viento de la estación Bayano, para ello se encontró la velocidad predomínate para cada hora, de cada día a los datos del año 2015. Los datos de velocidad están expresados en metros por segundo (m/s) y la dirección por cuadrante. La Tabla 2-16 muestra los datos de velocidad y dirección mensuales.

Tabla 2-16: Dirección predominante y velocidad media horaria, por mes. Estación Bayano.

Hora	Enero		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir
1	0.80	NW	0.22	N			0.09	N	0.01	N			0.00	N	0.07	NW	0.21	WNW
2	0.70	NW	0.29	N	0.41	N	0.08	N	0.03	N	0.18	N	0.00	NW	0.06	NW	0.18	NW
3	0.79	NW	0.32	N	0.47	N	0.09	N	0.07	N	0.09	N	0.00	NW	0.07	NW	0.19	NW
4	0.97	NW	0.33	N	0.36	N	0.10	N	0.06	N	0.06	N	0.00	NW	0.05	NW	0.19	NW
5	0.81	NW	0.26	N	0.44	N	0.17	N	0.05	N	0.07	N	0.00		0.04	NW	0.19	NW
6	0.64	NW	0.34	N	0.50	N	0.28	N	0.08	N	0.02	N	0.00		0.05	WNW	0.19	NW
7	0.55	NW	0.40	N	0.42	N	0.32	N	0.20	N	0.01	N	0.00		0.05	WNW	0.29	NW
8	0.85	NW	0.58	N	0.34	N	0.53	N	0.24	N	0.03	N	0.00		0.09	NW	0.38	NW
9	1.73	NW	1.17	N	0.42	N	0.73	N	0.53	N	0.08	N	0.04	NE	0.24	WNW	0.79	NW
10	1.99	NW	1.53	N	0.54	N	1.04	N	0.73	N	0.14	N	0.10	N	0.32	NW	1.02	NW
11	1.88	NW	1.43	N	0.53	N	1.14	N	0.84	N	0.18	N	0.12	NW	0.36	NW	1.14	NW
12	1.68	NW	1.34	N	0.50	N	0.93	N	0.85	N	0.16	N	0.06	NW	0.37	WNW	1.09	WNW
13	1.59	NW	1.27	N	0.48	N	0.76	N	0.78	N	0.20	N	0.07	NW	0.26	NW	0.96	NW
14	1.48	NW	1.10	N			0.70	N	0.62	N			0.04	NW	0.23	NW	0.75	NW
15	1.43	NW	0.95	N			0.47	N	0.40	N			0.05	NNE	0.24	NW	0.49	NW
16	1.27	NW	0.89	N			0.53	N	0.21	N			0.03	ENE	0.18	NW	0.52	NW
17	1.28	NW	0.74	N			0.60	N	0.26	N			0.01	E	0.17	NW	0.39	NW

Hora	Enero		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir	Vel	Dir
18	1.19	NW	0.63	N			0.53	N	0.23	N			0.00	E	0.10	NW	0.27	NW
19	0.86	NW	0.64	N			0.51	N	0.11	N			0.00		0.08	NW	0.16	NW
20	0.84	NW	0.51	N			0.29	N	0.15	N			0.00		0.10	NW	0.18	NW
21	1.00	NW	0.38	N			0.42	N	0.24	N			0.00		0.08	WNW	0.31	WNW
22	0.88	NW	0.23	N			0.26	N	0.16	N			0.00	NW	0.04	WNW	0.23	NW
23	0.74	NW	0.12	N			0.16	N	0.15	N			0.00	NW	0.05	NW	0.20	NW
24	0.73	NW	0.25	N			0.08	N	0.01	N			0.00	NW	0.06	NW	0.19	NW
Día	1.11	NW	0.66	N	0.45	N	0.45	N	0.29	N	0.10		0.02	NW	0.14	NW	0.44	NW

Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

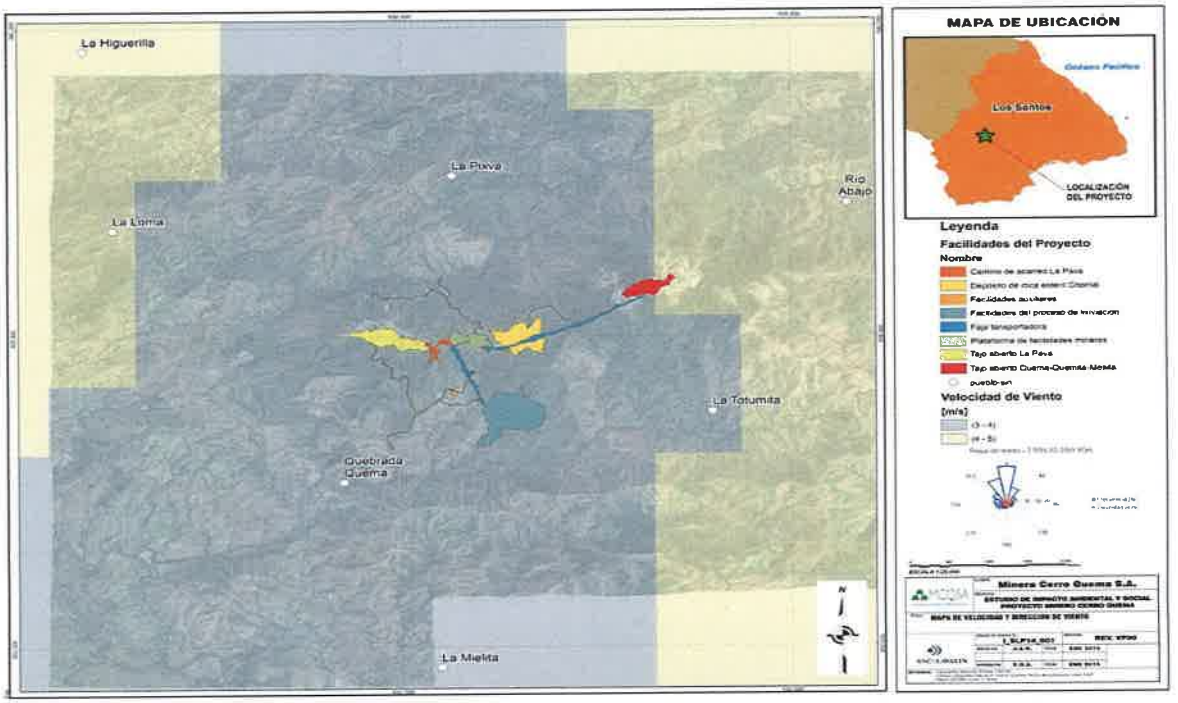
Estos datos horarios no muestran cambios bruscos en la dirección predominante que puedan evidenciar cambios en la dirección entre el día y la noche, es decir, no detectan la ocurrencia de vientos Catabáticos en las cercanías de la estación Bayano. Es importante tener presente que, en el caso de ocurrir eventos aislados con cambio brusco en la dirección, estos tendrán velocidades menores que los vientos diurnos.

En la Tabla 2-16 se ha pintado en colores rosa las velocidades superiores al promedio diario y se observa que estas ocurren en todos los meses entre las 9 de la mañana y las 4 de la tarde.

Para describir el comportamiento del viento en temporada seco y temporada lluviosa fueron preparados los mapas mensuales de diciembre y enero, como representativos de la temporada seca, para representar la temporada lluviosa, el mes de septiembre y octubre. En estos mapas se representa como vector la dirección predominante del viento y la velocidad media en 4 estaciones, a saber: Bayano, Tolú, Aguas Caliente y Las Tablas. Es importante tener presente que la dirección del viento indica el lugar de donde viene el viento y en los mapas se indica con una flecha la dirección para dónde va el viento. Estos mapas contienen las facilidades del proyecto, en color amarillo, representadas y explicadas en la

Figura 2-10: Mapa de dirección y velocidad de viento, Proyecto Minero Cerro Quema.

Figura 2-10: Mapa de dirección y velocidad de viento, Proyecto Minero Cerro Quema.



Fuente: SNC Lavalin,2016.

A continuación la Tabla 2-17 muestra las características de las estaciones utilizadas para el análisis del viento.

Tabla 2-17: Estaciones utilizadas para el análisis de viento.

Estación	UTM oeste	UTM norte	Elevación (msnm)	Operador	Provincia
El Tolú	539258.40	835781.60	145	IDIAP-MINA	Los Santos
Agua Caliente	543136.20	823477.10	107	IDIAP-MINA	Los Santos
Bayano	567921.60	843858.10	255	IDIAP	Los Santos
Las Tablas	581235.40	857863.00	40	IDIAP	Los Santos

Fuente: IDIAP, 2016.

El análisis de la dirección del viento predominante se muestra en las Tablas 2-18 y 2-19.

Tabla 2-18: Velocidad media del viento (m/s)

Estaciones	UTM ESTE	UTM NORTE	ELEVACIÓN (MSNM)	Ene	Sep	Oct	Dic
Las Tablas	539258.40	835781.60	145	**2.95**	**0.74**	**0.38**	**1.59**
Aguas Caliente	543136.20	823477.10	107	5.82	1.01	1.84	0.38
Bayano	567921.60	843858.10	255	1.11	0.10	0.02	0.44
Tolú	581235.40	857863.00	40		0.37	0.35	1.14

Datos: Idiap, 2016
Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

Tabla 2-19: Cuadrante de la dirección predominante del viento

	UTM ESTE	UTM NORTE	ELEVACIÓN (MSNM)	Ene	Sep	Oct	Dic
Las Tablas	539258.40	835781.60	145	**SSE**	**SSE**	**N**	**SW**
Aguas Caliente	543136.20	823477.10	107	**E**	**E**	**SW**	**SW**
Bayano	567921.60	843858.10	255	NW	N	NW	NW
Tolú	581235.40	857863.00	40		ESE	S	N

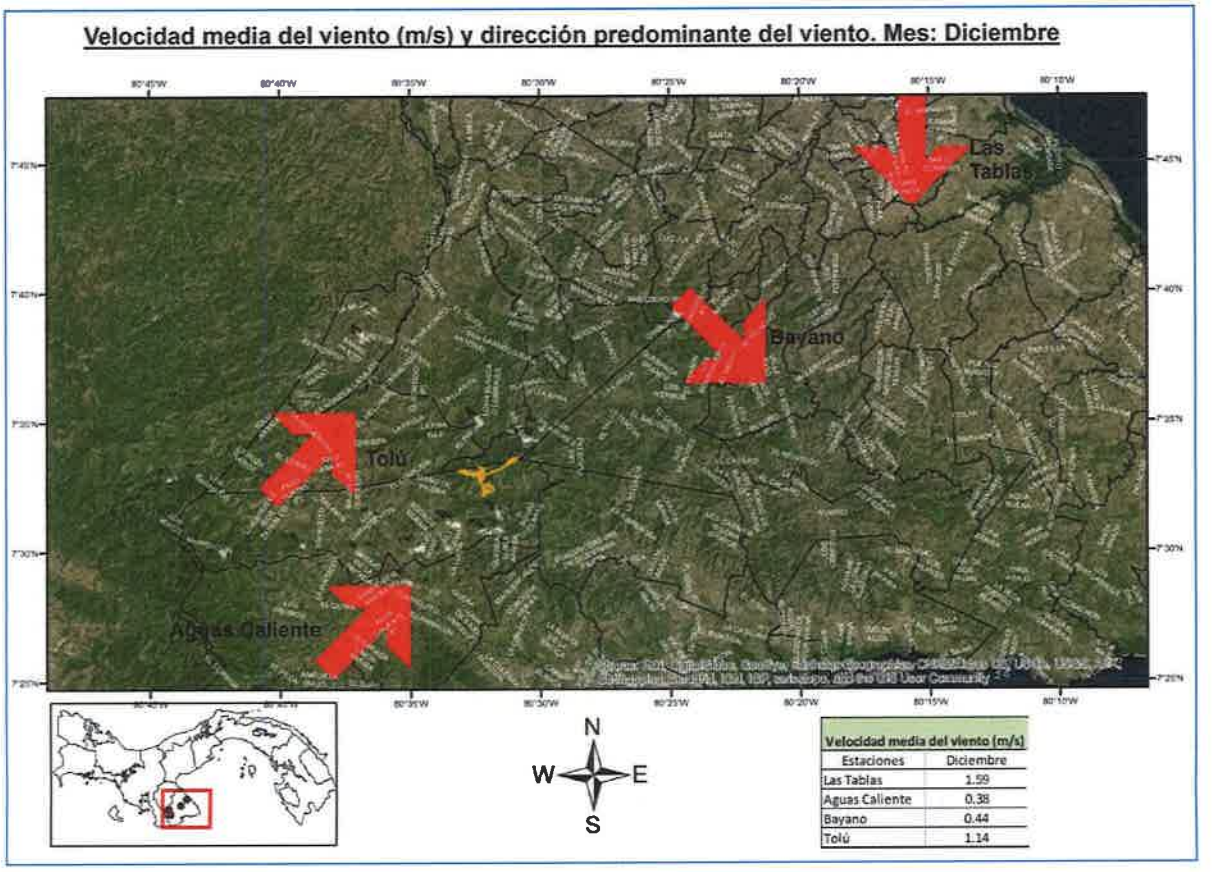
Datos: Idiap, 2016
Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

2.5.4 *Comportamiento del viento en la temporada seca*

La figura 2-11 muestra el mapa correspondiente al mes de diciembre. Se muestra mapas la dirección del viento predominante en flechas rojas indicando la dirección hacia donde se dirige el flujo, teniendo como origen la estación de medición.

El mapa del mes de diciembre, como primer mes de la temporada seca, como se muestra el viento en la estación El Tolú y Agua Caliente fluye hacia el área del Proyecto, durante este mes no hay predominancia de vientos saliendo del área del mismo. Se nota un aumento en la velocidad media del viento de 1.95 m/s en la estación Las Tablas

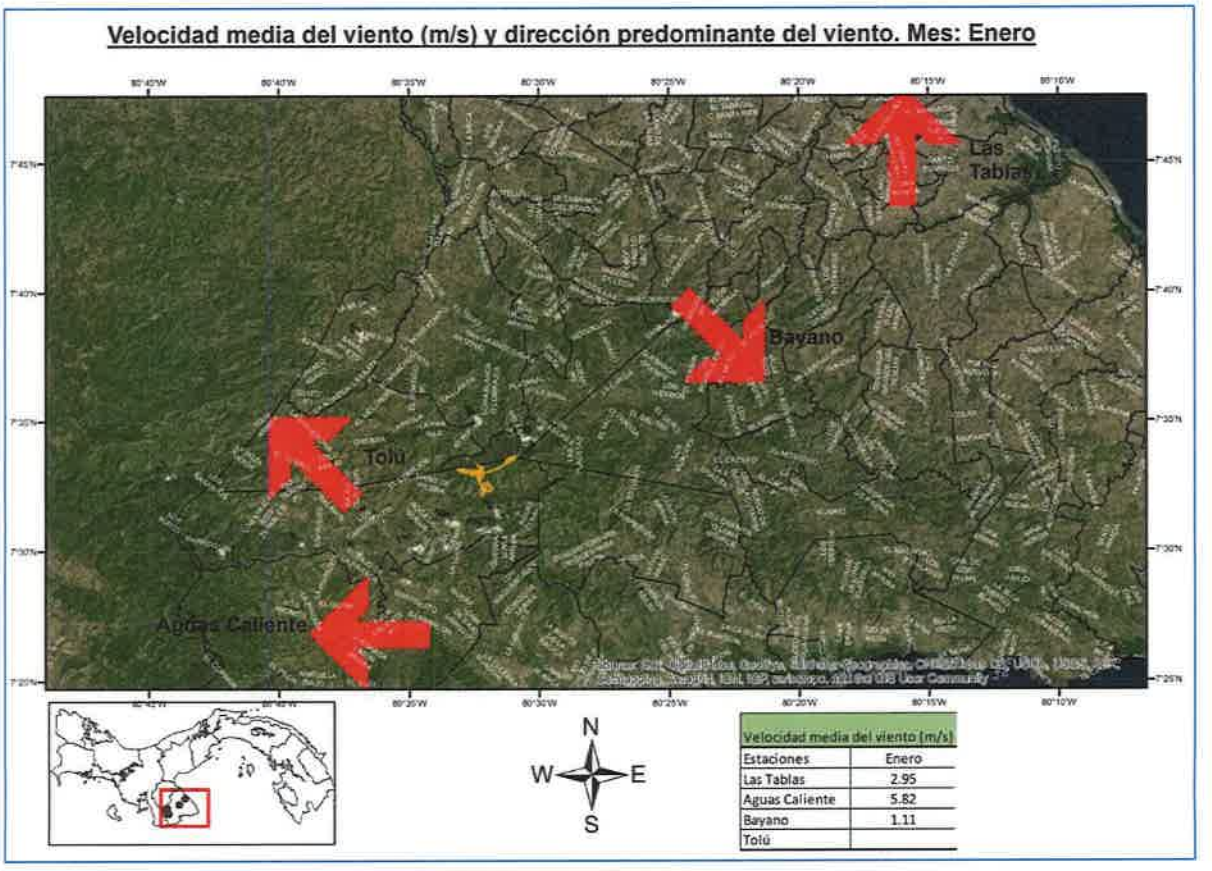
Figura 2-11: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Diciembre



Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

La figura 2-12 muestra el mapa del flujo de viento de enero. Del mapa del flujo de viento de enero podemos destacar un flujo en dirección hacia la hacia la comunidad de El Tolú, desde el área del Proyecto. Para el área de Agua Caliente el viento proviene del Este y se dirige hacia el Oeste por lo que las comunidades ubicadas en esa dirección no se verán afectada por el arrastre de material particulado o gases transportados en el aire desde el área del Proyecto. Las comunidades hacia el Norte y Este cercanas a los puntos de observación de Bayano y Las Tablas no parecen estar afectadas por flujo de viento desde el área de Proyecto. En relación a la velocidad del viento podemos agregar que en este mes se registran los valores medios más altos, sobre todo en las estaciones Las Tablas y Agua Caliente

Figura 2-12: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Enero

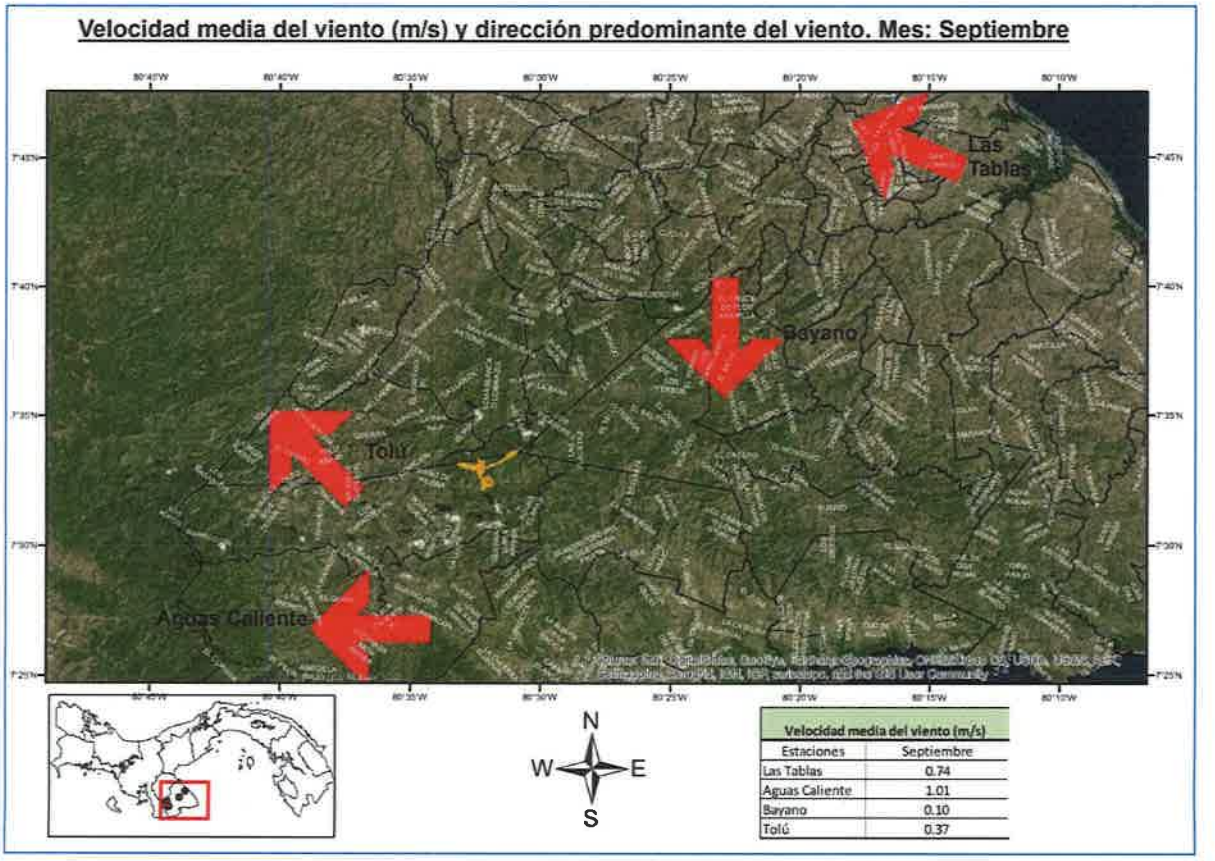


Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

2.5.5 *Comportamiento del viento en la temporada lluviosa*

La figura 2-13 muestra el mapa del mes de septiembre. En el mapa se observa que la comunidad de Las Tablas está bajo el flujo de viento que procede del Sur Sur Este, la componente Este del viento pudiera permitir el transporte de materiales desde el Proyecto. Las comunidades al Sur y al Noreste del Proyecto no se verán afectadas en el caso de materiales que viajen en el viento.

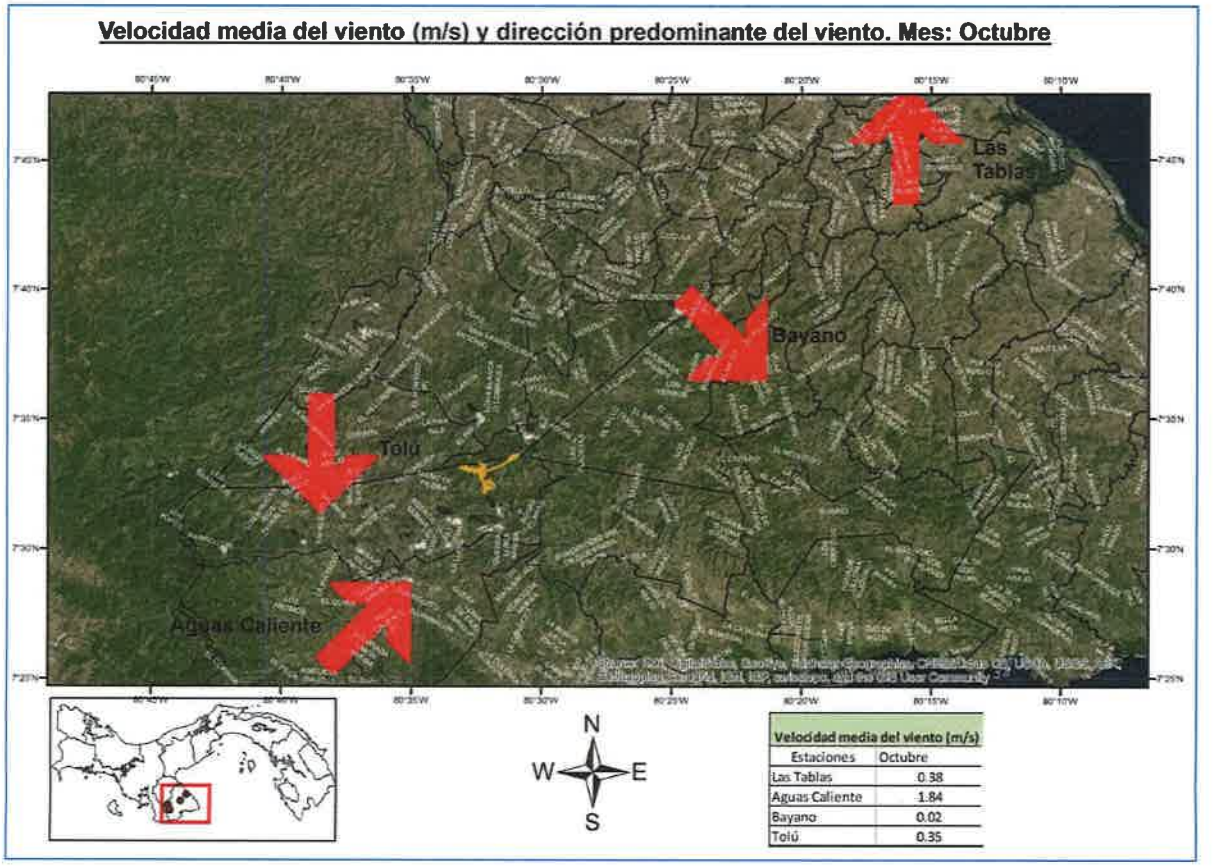
Figura 2-13: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Septiembre



Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

Del mapa de viento del mes de octubre (Figura 2-14) se nota una circulación de viento en dirección hacia el área de la MCQ, o sea, sin transporte de materiales procedentes de la minera hacia los poblados circundantes. También se nota que la velocidad del viento disminuye considerablemente con relación a la temporada seca.

Figura 2-14: Comportamiento predominante viento, mes indicativo Octubre



Fuente: Berta Olmedo, Especialista en Meteorología Aplicada

Del mapa de viento del mes de octubre se nota una circulación de viento en dirección hacia el área del Proyecto, o sea, sin transporte de materiales procedentes de la minera hacia los poblados circundantes.

2.5.6 *Conclusiones*

Del análisis de los datos de viento, podemos concluir que:

- La amplitud diurna de la temperatura, medida en el área del proyecto, es un factor que propicia la ocurrencia de vientos Catabáticos, sobre todo en los meses de temporada seca.
- De acuerdo a los datos analizados, no se observa un cambio brusco en la dirección del viento entre el día y la noche, por lo tanto, no se puede confirmar la existencia de vientos Catabáticos en el área del Proyecto.

- La mayor intensidad del viento ocurre entre las 9 de mañana y las 4 de la tarde y de acuerdo a la definición los vientos Catabáticos estos ocurren en horas nocturnas.
- Las mayores velocidades del viento ocurren en los meses de temporada seca, sobre todo en el mes de enero.
- Del análisis del flujo del viento predominante, medido en las 4 estaciones en los alrededores del proyecto, el poblado cercano a la estación El Tolú es el que presenta más meses con un flujo de viento desde el área del Proyecto, lo que pudiera permitir el transporte de materiales hacia las comunidades cercanas al punto de observación de El Tolú.
- Que las comunidades hacia el noreste del proyecto no se ven afectadas por el flujo predomínate del viento.

2.6 SE LES REITERA REALIZAR MEDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE (LINEA BASE) EN ZONAS POBLADAS UBICADAS A SOTAVENTO DEL PROYECTO INCLUYENDO LOS PARÁMETROS: PM 10, PM2.5, NOX, SOX, HCN Y MERCURIO. REALIZAR MEDICIONCS DE RUIDO EN ZONAS POBLADAS CERCANA AL PROYECTO Y MEDICIONES DE RUIDO SOBRE LA RUTA DE TRANSPORTE EN ZONAS POBLADAS, ESPECIFICAMENTE EN EDIFICIOS SENSIBLES (ESCUELAS, SALAS DE ATENCIÓN MEDICA, VIVIENDAS PARTICULARES CERCANAS AL CAMINO), YA QUE LOS RESULTADOS DE IA MODELACIÓN DE RUIDO QUE EFECTUÓ GOLDER SON ESTIMACIONES, NO SON CERTEZAS, POR ESTE MOTIVO NO SON SUFICIENTES PARA DESCARTAR LA NECESIDAD DE EFECTUAR MONITOREOS EN ZONAS POBLADAS DURANTE TODA IA ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO.

En respuesta a las recomendaciones de MiAmbiente, MCQSA a través de Golder Associates ha realizado un seguimiento in situ de la fuga de material particulado (PM10 y PM2.5), los contaminantes gaseosos tales como NOX y SO2, y los contaminantes peligrosos del aire tales como HCN y Hg. El monitoreo se llevó a cabo en dos lugares - cerca de la ubicación propuesta para los Tajos La Pava, y también en el centro de la población en Rio Quema. Estos dos lugares también se alinean con la dirección del viento predominante para la zona, que es de norte noreste. Los registros monitoreados en el área del Tajo La Pava proporcionan las concentraciones ambientales de línea base para la operación minera propuesta. Del mismo modo, los valores de control en la Comunidad de Río Quema proporcionan las concentraciones ambientales de referencia en el núcleo de población más cercano a la operación minera propuesta, comunidad que también se ubica a favor del viento de la operación minera y por lo tanto, se espera que sean los más afectados por los impactos potenciales debido a la operación minera.

Golder Associates también se ha realizado monitoreo de ruido en los tres centros de población cercanos - Rio Quema, Quema Boca y La Llana. Los resultados del monitoreo en los lugares proporcionan los niveles de ruido de línea de base en los centros de población cercanos que se espera que sean afectados por la operación minera.

Mediciones de ruido ambiental fueron realizadas por SNC Lavalin en diferentes receptores ubicados en las comunidades del área de influencia directa del Proyecto. Corporación de Desarrollo Sostenible (CODESA) efectuó mediciones de partículas totales suspendidas.

2.6.1 *Mediciones de calidad del aire (línea base) en zonas pobladas ubicadas a sotavento del proyecto incluyendo los parámetros: PM 10, PM 2.5, NOx, SOx, HCN y Hg*

Las mediciones de calidad de aire para línea base fueron realizadas por Golder Associates y CODESA (PTS). A continuación la Tabla 2-20 muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo establecidas por Golder.

Tabla 2-20: Ubicación de estaciones de monitoreo de calidad de aire por Golder

Receptores	Elevación (m)	Coordenadas	
		Este	Norte
Tajo La Pava	529	550,228	834,656
Río Quema	105	548,662	831,001

Fuente: Golder, 2016.

2.6.1.1 Parámetros de medición

Los parámetros de calidad del aire que se registraron en las dos estaciones de monitoreo de calidad del aire establecidas por Golder son:

- Dióxido de azufre (SO_2),
- Óxidos de nitrógeno totales (NOx),
- Dióxido de nitrógeno (NO_2),
- Partículas totales en suspensión (PTS),
- Material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10); recogido por muestreador de partículas inhalables
- PM con diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras (PM-2,5); recogido por muestreador de partículas inhalables
- Mercurio (Hg)
- Cianuro de hidrogeno (HCN)

La Tabla 2-21 muestra los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cubico.

Tabla 2-21: Estándares de Calidad del Aire

Parámetro	Estándar	Primario/ Secundario	Periodo	Concentración limite permisible	Formato
SO_2	USEPA	primario	1 Horas	75 ppb	Percentil 99 de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		secundario	3 horas	0.5 ppm	No deberá ser excedido más de una vez por año
	OMS	Long-term Guideline	24 horas	52.4 ppb	24 horas promedio
NO_2	USEPA	primario	1 horas	100 ppb	Percentil 98 de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		primario y secundario	Anual	53 ppb	Media anual
PTS	OMS	Valor guía	24 horas	150 – 230 ug/m^3	No deberá ser excedido más de una vez por año
		Valor guía	Anual	60 – 90 ug/m^3	
PM-10	USEPA	primario y secundario	24 horas	150 ug/m^3	No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años
PM-2.5	USEPA	primario y secundario	24 horas	35 ug/m^3	Percentil 98 para un promedio de 3 años
		primario	Anual	12 ug/m^3	Media anual para un promedio de 3 años
		secundario	Anual	15 ug/m^3	Media anual para un promedio de 3 años
HCN	Agencia de Arizona		1 hora	3,9 ug/m^3	

Parámetro	Estándar	Primario/ Secundario	Periodo	Concentración límite permisible	Formato
	Agencia de Arizona		Anual	0,313 ug/m^3	
Hg	USEPA		Máximo	1 ug/m^3	

Fuente: Golder, 2016.

Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles" como los asmáticos los niños y los ancianos. Las normas secundarias proporcionan la protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios.

2.6.1.2 Resultados

2.6.1.2.1 Calidad de Aire (gases)

En la Tabla 2-22 se presentan los resultados del monitoreo de gases en las dos estaciones de monitoreo. Los resultados de muestreo pasivo para todas las mediciones fueron iguales o inferiores al límite de detección para el NO_2, NO_x, SO_2 y de 1,0 ppb. Estas concentraciones son más bajas que las normas de calidad del aire correspondientes propuestas.

Tabla 2-22: Concentraciones de Gases

Fecha de muestreo	Unidad	2016/03/19 10:35	2016/03/19 09:45	Límite de Detección	Normativa
Monitoreo Pasivo		**Tajo La Pava**	**Río Quema**		
NO2	ppb	<1.0	<1.0	1	53
NOx	ppb	1.0	<1.0	1	NA
SO2	ppb	<1.0	<1.0	1	52

Fuente: Golder, 2016.

Los resultados de muestreo pasivo de SO_2, NO_2, NO_x estuvieron en o por debajo del límite de detección de 1,0 ppb. Esto se espera ya que no hay fuentes industriales en la zona del Proyecto. Las fuentes secundarias de NO_x se incluirían en la quema localizada de la basura y de los combustibles para cocinar.

2.6.1.2.2 Mercurio y Cianuro de Hidrógeno

Los resultados del monitoreo realizado para Hg y HCN se resumen en la Tabla 2-23. Todas las muestras recogidas estuvieron por debajo del límite detectable del medio de medición utilizado (tubos drager).

Tabla 2-23: Concentraciones Hg y HCN

Parámetro	2016/03/19	2016/03/20	2016/03/21	2016/03/22	Limite de detección
	Rio Quema		Tajo La Pava		
Hg ug/m^3	DLD	DLD	DLD	DLD	0.05 ug/m^3
HCN ppm	DLD	DLD	DLD	DLD	0.5 ppm

DLD – debajo del límite de detección
Fuente: Golder, 2016.

Similar al muestreo pasivo, el muestreo con el tubo Draeger de HCN y Hg no generó registros por encima del límite de detección. Estos resultados son característicos de un área libre de fuentes industriales de contaminación del aire. Esto también indica que no hay una fuente natural de HCN o Hg en la zona.

2.6.1.2.3 Material Particulado

Para monitorear las concentraciones de material particulado, Golder Associates realizó mediciones de material particulado y Codesa de PTS. Las muestras de Golder de material particulado en la estación Tajo la Pava se registraron del 21 de marzo al 22 y en la estación Río Quema desde el 19 de marzo al 20 de Marzo.

Los resultados del muestreo realizado por Golder se resumen en la Tabla 2-24.

Tabla 2-24: Concentraciones de material particulado (Golder)

Parámetro	2016/03/19	2016/03/20	2016/03/21	2016/03/22	Norma de referencia (ug/m3) **
	Rio Quema		Tajo La Pava		
PTS ug/m^3	59.5	64.2	31.4	30.4	150 - 230
PM-10 ug/m3	23.2	37.4	22.3	18.5	150
PM-2.5 ug/m3	19.2	19.3	14.1	11.6	35

Fuente: Golder, 2016.

Estas concentraciones son mucho más bajas que los niveles normativos de 24 horas de la USEPA y la OMS. Todas las mediciones de partículas estuvieron por debajo de los estándares para el TSP, PM-10 y PM-2.5. En general, las concentraciones de PM fueron mayores en Río Quema que el Tajo La Pava. TSP y PM-10 fueron significativamente más bajas que las normas, estando muy por debajo del 50 % del estándar para cada medición en cada Estación. Sin embargo, PM-2.5 fue de aproximadamente el 55 % de la norma Río Quema. ***Las observaciones del monitoreo indican que fuertes vientos durante los días de medición en este lugar probablemente causaron una fuente de polvo llevado por el viento aumentando las concentraciones en la estación Rio Quema.***

En el anexo 3.3 de este documento se incluye el reporte completo de monitoreo de calidad de aire realizado por Golder.

Las mediciones de PTS llevadas a cabo por CODESA el 15 de marzo de 2016, se efectuaron en las áreas que fueron seleccionadas previamente. No se registraron emisiones de material particulado durante el curso de las mediciones. A continuación la Tabla 2-25 resume los resultados del monitoreo de material particulado en los cuatro puntos monitoreados fuera del área del Proyecto.

Tabla 2-25: Monitoreo de material particulado en receptores (Codesa)

Áreas	Coordenadas (WGS84)		Parámetro	Tiempo de medición	Resultado	Norma de referencia (ug/m3) **
Casa de la Familia Moreno	821243N	548681E	PTS	8:36 a.m. - 9:36 a. m.	N.D.	150
Sub-Centro de Salud Altos de Güera	829997N	547939E	PTS	10:55 a.m. – 11:55 a. m.	N.D.	150
Centro de Educación Básica General Río Quema	830442N	548422E	PTS	12:04 p.m. – 1:04 p. m.	N.D.	150
Centro de Educación Básica General Quema	829880N	558043E	PTS	3:07 p.m. – 4:07 p. m.	N.D.	150

* N.D.: No detectable por el equipo de medición.

**Estándar de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) para material particulado (ug/m^3)

Fuente: Codesa, 2016.

Se registró tráfico vehicular ligero sobre la carretera durante las mediciones en el Centro de Educación Básica General de Altos de Guera y durante las mediciones en la Casa de la Flia. Moreno. En el resto de las estaciones no se registró actividad significativa. En el anexo 3.4 de este documento se incluye el reporte de monitoreo de material particulado realizado.

2.6.2 *Mediciones de ruido en zonas pobladas cercana al proyecto y mediciones de ruido sobre la ruta de transporte en zonas pobladas, específicamente en edificios sensibles (escuelas, salas de atención medica, viviendas particulares cercanas al camino)*

Se realizaron mediciones en 4 puntos fuera del área del proyecto para evaluar los niveles de ruido ambiental del Proyecto Minera Cerro Quema en la Provincia de los Santos. Es importante indicar que en la comunidad de Quema no existe un Centro de Salud, por lo tanto no se pudo realizar en dicho punto el monitoreo de salas de atención médica.

Se llevo a cabo un monitoreo diurno de durante los días 15 y 16 de marzo de 2016. La Tabla 2-26 muestra los resultados de dicho muestreo. En el anexo 3.5

de este documento se incluye el reporte de monitoreo de ruido realizado por SNC Lavalin.

Tabla 2-26: Monitoreo de ruido, en receptores

Monitoreo de Ruido						
Descripciones de las estaciones de monitoreo						
Punto	Fecha de Medición	Ubicaciones	Coordenadas UTM		Altura m.s.n.m.	
			Norte	Este		
P1	15-marzo-2016	Casa más cercana al proyecto ubicada en Rio quema.	831247	548687	113	
P2	15-marzo-2016	A un costado de la entrada de la Escuela de Rio Quema	830442	548422	112	
P3	15-marzo-2016	En toda la intersección de una casa y el Sub Centro de Salud del Corregimiento de Alto de Guera	829984	547930	126	
P4	16-marzo-2016	Al frente de la Escuela de Quema	839878	558059	368	
Mediciones						
Punto	Duración		Leq $_{Min}$	Leq $_{Max}$	Leq $_{avg}$	Norma referencia(*) Leq dB (A)
	Inicio	Final				
P1	01:51:08 p.m.	02:53:09p.m.	31.0	66.9	38.9	60
P2	01:36:00 p.m.	01:46:53 p.m.	33.0	81.7	42.7	
P3	02:03:55 p.m.	02:14:06 p.m.	37.3	72.2	44.4	
P4	03:17:26 p.m.	03:27:37 p.m.	40.7	79.3	52.5	

*Decreto Ejecutivo 1 (2004). Valor del nivel sonoro máximo duirno.

Fuente: SNC Lavalin, 2016.

Como complemento a las mediciones de ruido ambiental realizadas por SNC Lavalin los días 15 y 16 de marzo de 2016 en receptores como escuelas y centros de salud, Golder Associates realizó mediciones de ruido ambiental en las siguientes estaciones fuera del área del Proyecto.

Tabla 2-27: Ubicación de receptores de ruido ambiental (estaciones Golder)

Receptores	Coordenadas	
	Este	Norte
La Llana	546,862.8	831,574.8
Boca de Quema	548,675.4	831,233.9
Río Quema	548,326.2	830,452.4

Fuente: Golder, 2016.

En la Tabla 2-28 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

Tabla 2-28: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores (estaciones Golder)

Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)		L min	L max
	Diurno (nivel sonoro máximo 60 dBA)	Nocturno (nivel sonoro máximo 50 dBA)		
Boca de Quema	53.2	47.9	27.4	84.1
Río Quema	46.3	36.6	25.1	79.8
La Llana	51.9	43.2	28.1	93

Fuente: Golder, 2016.

Los niveles de ruido registrados en cada uno de los receptores se encuentran por debajo de los estándares panameños para áreas residenciales en horarios diurnos (60,0 dBA) y nocturnos (50,0 dBA).

2.7 EN IA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 50 DE IA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263-2212-15, SE INDICA "LOS IMPACTOS SOBRE LA DEPOSICIÓN DE METALES A PARTIR DE LAS OPERACIONES MINERAS EN LOS SUELOS SERAN EVALUADOS UTILIZANDO EL MODELO DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO QUE ACTUALMENTE SE ENCUENTRA EN DESARROLLO". ACTUALIZAR EL ANALISIS DE ESTE IMPACTO CUANDO CONCLUYA LA MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE MATERIAL PARTICULADO E INCLUIRLO EN EL CAPÍTULO DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO.

El modelo AERMOD se utilizó para predecir el flujo de deposición anual total (en g/m2), que incluye tanto el flujo de deposición seca y húmeda para PM-10. Los resultados de deposición de PM-10 fueron utilizados para estimar la deposición de elementos traza metálicos, que pueden estar contenidos en el polvo fugitivo y así poder evaluar los impactos potenciales para el suelo y la vegetación. Las muestras de suelo obtenidas a diferentes profundidades de los futuros tajos abiertos de la Pava y La Quema se analizaron para obtener metales traza y la mayor concentración de las muestras recogidas cerca de la superficie (entre las profundidades de 1 y 10 m) se utilizó en el análisis. Se asumió que el polvo fugitivo de PM-10 contenía la misma concentración de los elementos traza, que se aplicó a los resultados de deposición de PM-10 para estimar la deposición de metales. Las guías de calidad para la protección de la salud humana y del medio ambiente del suelo canadiense (CCME, por sus siglas en inglés) proporciona umbrales para la agricultura como tipo de uso de suelo, el cual se utilizó para evaluar los resultados máximos de deposición pronosticados en las ubicaciones de los receptores sensibles. Asimismo, se asumió de forma conservadora que todos los elementos metálicos son absorbidos en 1 cm superiores del suelo. Los resultados de la deposición con respecto al polvo fugitivo de PM-10 se muestran en la Tabla 2-29.

Tabla 2-29: Resumen de concentración de la deposición de material particulado en receptores

Parámetro	Concentración en el suelo (ppm)*	Deposición Anual de los elementos traza sobre la deposición anual de PM-10 en g/m^2			DE 2 de 14 enero de 2009 Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos (mg/kg)**	CCME Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)***
		La Llana (g/m^2)	Boca de Quema (g/m^2)	Río Quema (g/m^2)		
PM-10		2.78	1.28	4.02		
Elementos Traza - Metales (g/m^2)						
As	8.50	3.3E-07	1.5E-07	4.7E-07		-
Ba	220	1.3E-08	5.8E-09	1.8E-08		-
Cd	0.18	1.5E-05	7.1E-06	2.2E-05		-
Cr	62	4.5E-08	2.1E-08	6.5E-08		-
Cu	670	4.1E-09	1.9E-09	6.0E-09		-
Hg	0.05	5.6E-05	2.6E-05	8.0E-05		-
Ni	16.00	1.7E-07	8.0E-08	2.5E-07		-
Pb	69	4.0E-08	1.9E-08	5.8E-08		-
Se	0.70	4.0E-06	1.8E-06	5.7E-06		-
Ti	2.00	1.4E-06	6.4E-07	2.0E-06		-
U	1.30	2.1E-06	9.8E-07	3.1E-06		-
V	2.30	1.2E-08	5.6E-09	1.7E-08		-
Zn	65	4.3E-08	2.0E-08	6.2E-08		-
Elementos Traza - Metales (g/m^2)***						
As		1.3E-07	5.8E-08	1.8E-07	30.0	12.0
Ba		4.9E-09	2.2E-09	7.0E-09	1,000.00	750
Cd		5.9E-06	2.7E-06	8.6E-06	100.00	1.4
Cr		1.7E-08	7.9E-09	2.5E-08	1,000.00	64.0
Cu		1.6E-09	7.3E-10	2.3E-09	-	63.0
Hg		2.1E-05	9.8E-06	3.1E-05	140.0	6.6

Parámetro	Concentración en el suelo (ppm)*	Deposición Anual de los elementos traza sobre la deposición anual de PM-10 en g/m^2			DE 2 de 14 enero de 2009 Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos (mg/kg)**	CCME Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)***
		La Llana (g/m^2)	Boca de Quema (g/m^2)	Río Quema (g/m^2)		
Ni		6.7E-08	3.1E-08	9.7E-08	400.00	50.0
Pb		1.5E-08	7.1E-09	2.2E-08	-	70.0
Se		1.5E-06	7.0E-07	2.2E-06	300.00	1.0
Ti		5.3E-07	2.5E-07	7.7E-07	-	1.0
U		8.2E-07	3.8E-07	1.2E-06	-	23.0
V		4.6E-09	2.1E-09	6.7E-09	-	130.0
Zn		1.6E-08	7.6E-09	2.4E-08	-	200.0

Fuente: Golder Associates, 2016.

*La concentración en el suelo está basada en el más alto valor del muestreo llevado a cabo en los futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1m a 10 m.

**Límites máximos permisibles de contaminantes del suelo para la salud humana.

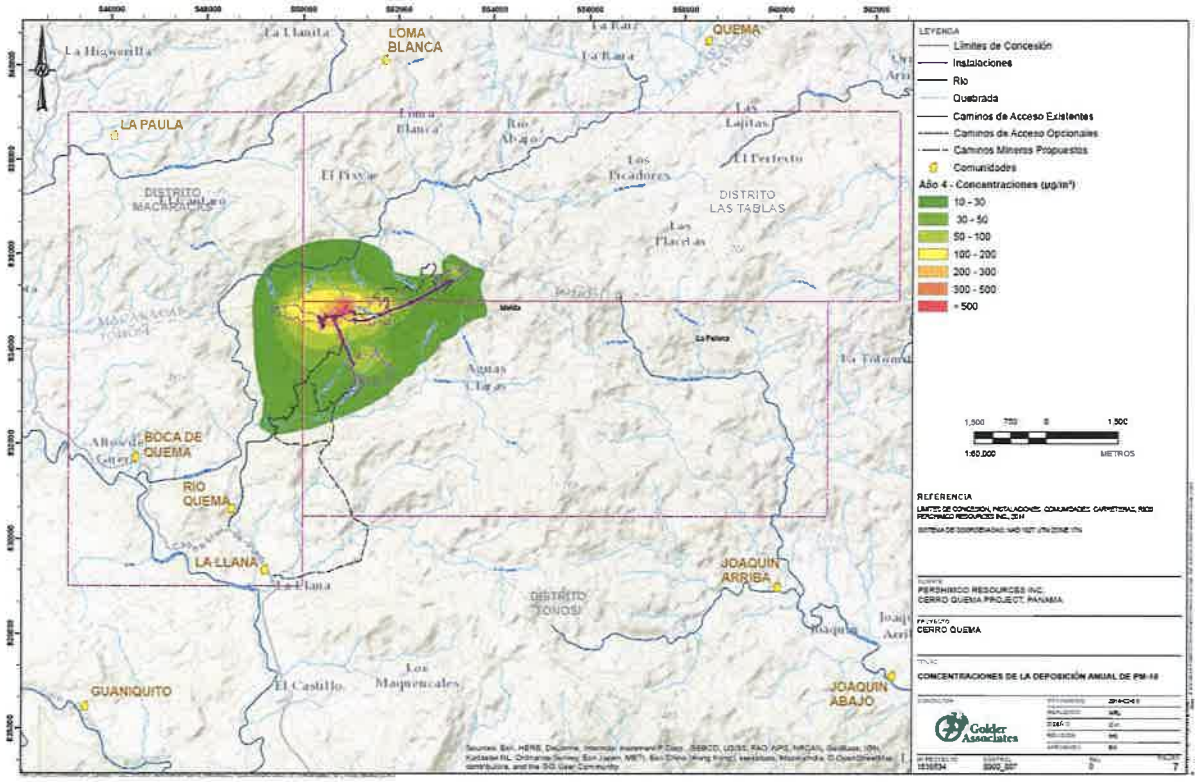
***Guías de Calidad Ambiental Canadienses (CCME, por sus siglas en ingles) para el suelo para uso agrario.

***La conversión de g/m^2 a mg/kg fue realizada en base a la densidad del suelo típica de 2.6 g/cm^3 y a una porción de suelo de suelo con altura de 1m.

De esta manera, se pudo realizar la comparación de las concentraciones de metales en el suelo en mg/kg con las guías canadienses para calidad de suelo para la agricultura.

La figura 2-15 muestra las concentraciones estimadas producto de la deposición de material particulado.

Figura 2-15: Concentraciones de la deposición anual de PM-10



Fuente: Golder Associates, 2016.

Los valores máximos de deposición de materiales metálicos en los receptores sensibles se convirtieron en concentraciones de base popular con el fin de comparar los valores de referencia que se encuentran en las directrices canadienses. Los resultados de la deposición indican que esta concentración se considera de categoría bien baja.

En el anexo 3.1 de este documento se detalla la metodología y los resultados de los modelos realizados para calcular la deposición por efecto de material particulado.

2.7.1 *Actualizar el análisis de este impacto cuando concluya la modelación de dispersión de material particulado e incluirlo en el capítulo de identificación de impactos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.*

Basado en los resultados de la modelación las concentraciones de material particulado se sustenta y se concluye que las concentraciones de material particulado no son significativas y las mismas se mantienen dentro del área del

proyecto sin siquiera llegar hasta los receptores más cercanos. Por lo tanto el impacto - Incremento de la concentración de material particulado (AIR-5) tendría una clasificación Baja en la valoración de los impactos. Referirse a la Sección 9 incluida en el anexo 3.8 de este documento.

Para mayor detalle sobre las medidas de mitigación referirse Sección 10 Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para Extracción de Óxidos de Oro, incluido en el Anexo 3.9 de este documento.

2.8 SE REITERA LA NECESIDAD DE EXPLICITAR CUANTOS M^3 DE TOPSOIL PREVEE MCQSA QUE PODRIAN SER OBTENIDOS Y ACOPIADOS DURANTE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO. QUE SUPERFICIE DE IA HUELLA DEL PROYECTO PODRÍA SER RESTAURADA CON 40 M DE ESPESOR UTILIZANDO ESE TOPSOIL ACOPIADO EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN QUE PORCENTAJE (%) REPRESENTA ESA SUPERFICIE QUE SERÁ RESTAURADA CON 40 M DE ESPESOR, RESPECTO DE IA SUPERFICIE TOTAL DE LA HUELLA DEL PROYECTO. QUE MANEJO TIENE PREVISTO APLICAR MCQSA PARA LA SUPERFICIE DE LA HUELLA PARA LA QUE NO ALCANCE EL TOPSOIL ACUMULADO EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN Y CUÁL SERÍA LA PROCEDENCIA DE ESTE MATERIAL.

2.8.1 *Antecedente*

La profundidad de la extracción de topsoil para el sitio del Proyecto se estimó utilizando los datos del material superficial obtenidos durante varias investigaciones geotécnicas (Golder, 2016). Las profundidades del topsoil generalmente varían de 0,05 m a 1,0 m con un valor promedio de aproximadamente de 0,30 m. No se realizaron pruebas para establecer las profundidades de topsoil en áreas de transporte de materiales (faja transportadora) y tajos, mas sin embargo fotografías de reconocimiento del sitio de Proyecto muestran que 0,3 m puede ser aplicable en estas áreas. Se parte del supuesto de aplicación de un espesor medio topsoil de 0,30 m para todo el sitio

del proyecto con el fin de estimar las cantidades de material que se generen durante las actividades de desbroce de material.

Se ha estimado que la cantidad de tierra vegetal que será almacenada para ser utilizadas durante la recuperación de sitio; sin embargo, esta fuente de tierra vegetal no será el único material considerado adecuado para ser utilizado como topsoil. Antes del cierre de la mina, los materiales adicionales pueden ser identificados para satisfacer las necesidades de cobertura específicas del sitio. Hay fuentes en el sitio, tales como depósitos aluviales, con grandes volúmenes de materiales que pueden ser adecuados como medio de cobertura y del crecimiento durante la recuperación del sitio del Proyecto.

Se consideraron las siguientes instalaciones para la estimación del topsoil:

- Fase 1 y 2 del Patio de Lixiviación
- Parte alta del WRD y su conexión con los caminos de acarreo de materiales
- Corredor de la Faja Transportadora (Incluye el área de Trituración)
- Tajos Quema y la Pava

2.8.2 *Metodología*

Para estimar los volúmenes, se obtuvieron áreas de línea ordenada de la Red Irregular Triangular (TIN), creadas a partir de la topografía existente en el sitio del Proyecto. Los límites finales de diseño de calificación fueron compensados por 3 m hacia el exterior y se aplicó una profundidad media de 0,3 m de extracción de las instalaciones. Cuando los límites de clasificación de las instalaciones adyacentes se superponen, el límite no fue compensado por lo que los volúmenes disponibles / necesarios no sería contado más de una vez.

El TIN utiliza triángulos para medir el área de superficie de 3 dimensiones ya que el espesor promedio de extracción de la capa superior del suelo está en función de la pendiente topográfica en lugar de medir una superficie de 2 dimensiones en vista de planta. Este enfoque estima con mayor precisión los volúmenes de material de extracción y de recubierta disponibles y necesarios.

2.8.3 Supuestos

Los siguientes supuestos fueron tomados en cuenta para realizar la estimación de la cantidad de topsoil:

- Con excepción de las áreas en donde las gradientes de facilidades adyacentes se superponen, se añadió una franja de 3 m al perímetro de los límites de clasificación para tener en cuenta el exceso de limpieza de suelos que se producirán durante la preparación del sitio.
- Utilizando AutoCAD fueron obtenidas zonas con los límites de clasificación de explanadas y además el área adicional que representa el exceso de compensación durante la preparación del sitio.
- Una cubierta de cierre con un espesor general de colocación del material de 0,40 m se utilizará hasta que se complete el diseño de cierre.
- Se aplicó una reducción del 50% del topsoil disponible tanto para ambos tajos Pava y Quema; caminos de exploración y afloramientos de roca se anticipan que reducirán la producción de topsoil sobre dichas áreas.
- Una reducción de 30% del topsoil disponible se aplicó y se contabiliza dentro del área Corredor de la Faja Transportadora; la extracción de topsoil podrá ocurrir cerca de la zona de la trituradora donde movimientos de tierra previos han tenido lugar.
- No se espera que los tajos requieran cobertura durante las actividades de recuperación.

2.8.4 Topsoil disponible

A continuación las Tablas 2-30 y 2-31 muestran la cantidad de topsoil estimado que se podrá obtener producto de las actividades de desbroce, tomando en cuenta la etapa de construcción y sin considerar dicha etapa. Ambas incluyen reducciones del 30% y 50% del topsoil disponible respectivamente.

Tabla 2-30: Cantidad estimada deTopsoil disponible por actividades de desbroce por facilidad (sin incluir etapa de construcción)

Facilidades	Área de desbroce (m^2)	Porcentaje Total del Área del Proyecto***	Reducción de área (m^2)	Profundidad de desbroce (m)	Volumen de desbroce (m^3)
Patio de Lixiviación – Solo Fase 1	306,000	6.4%	0	0.30	92,000
Deposito de Roca Estéril (parte alta)	436,000	9.1%	0	0.30	131,000
Corredor de la Faja Transportadora*	183,000	3.8%	55,000	0.30	39,000
Tajo La Pava**	250,000	5.2%	125,000	0.30	38,000
Tajo Quema**	139,000	2.9%	70,000	0.30	21,000
				Total	**321,000**

* Reducción de 30% del topsoil disponible
**Reducción de 50% del topsoil disponible
***Huella del proyecto es de 4,808,900 m^2
Fuente: Golder, 2016.

Tabla 2-31: Cantidad estimada deTopsoil disponible por actividades de desbroce por facilidad (incluyendo etapa de construcción)

Facilidades	Área de desbroce (m^2)	Porcentaje Total del Área del Proyecto***	Reducción de área (m^2)	Profundidad de desbroce (m)	Volumen de desbroce (m^3)
Patio de Lixiviación – Solo Fase 1	489,000	6.4%	0	0.30	147,000
Deposito de Roca Estéril (parte alta)	436,000	9.1%	0	0.30	131,000
Corredor de la Faja Transportadora*	183,000	3.8%	55,000	0.30	39,000
Tajo La Pava**	250,000	5.2%	125,000	0.30	38,000
Tajo Quema**	139,000	2.9%	70,000	0.30	21,000
				Total	**376,000**

* Reducción de 30% del topsoil disponible
**Reducción de 50% del topsoil disponible
***Huella del proyecto es de 4,808,900 m^2
Fuente: Golder, 2016.

2.8.5 *Cantidad de topsoil requerido*

A continuación las Tabla 2-32 y 2-33 muestra la cantidad de topsoil que ha sido estimada y que es necesaria para las actividades de cierre del Proyecto, tomando en cuenta la etapa de construcción y sin considerar dicha etapa.

Tabla 2-32: Topsoil requerido (sin etapa de construcción)

Facilidades	Área de disposición de topsoil (m^2)	Porcentaje Total del Área del Proyecto*	Profundidad de área de disposición de topsoil (m)	Volumen del área de disposición de topsoil (m^3)
Patio de Lixiviación – Solo Fase 1	320,000	6.7%	0.40	128,000
Deposito de Roca Estéril (parte alta)	397,000	8.3%	0.40	159,000
Corredor de la Faja Transportadora*	181,000	3.8%	0.40	73,000
			Total	**360,000**

*Huella del proyecto es de 4,808,900 m^2

Fuente: Golder, 2016.

Tabla 2-33: Topsoil requerido (considerando etapa de construcción)

Facilidades	Área de disposición de topsoil (m^2)	Porcentaje Total del Área del Proyecto*	Profundidad de área de disposición de topsoil (m)	Volumen del área de disposición de topsoil (m^3)
Patio de Lixiviación – Solo Fase 1	565,000	11.7%	0.40	226,000
Deposito de Roca Estéril (parte alta)	396,000	8.2%	0.40	159,000
Corredor de la Faja Transportadora*	181,000	3.8%	0.40	73,000
			Total	**458,000**

*Huella del proyecto es de 4,808,900 m^2

Fuente: Golder, 2016

Es probable que el topsoil disponible que tendrá que ser desmontado y almacenado en pilas de acopio será de aproximadamente a 370,000 m^3 como se muestra en la Tabla 2-33. Dependiendo del diseño final de la cubierta, la demanda de material de cubierta es 458,000 m^3 como se muestra en la Tabla 2-29. El proyecto podrá necesitar unos 82,000 m^3 adicionales de topsoil durante las actividades de rehabilitación para cubrir las áreas alteradas; si el espesor de la cubierta es de 0.4 m, entonces esto equivaldrá a un área de 205,000 m^2 (aproximadamente el 4.3% del área total del proyecto). Para obtener el adicional 205,000 m^2, MCQSA identificará 82,000 m^3 de material de desecho de suelo no reactivo durante el minado de los tajos durante las operaciones y almacenarlo en

pilas de acopio para el uso durante las actividades de rehabilitación, o también como otra alternativa desarrollar una fuente de préstamo en el sitio.

2.9 EN LA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 105 DE LA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263- 2212-15, SE DETALLA EL ROL DEL GERENTE AMBIENTAL, POSICIÓN QUE NO EXISTE EN EL ORGANIGRAMA Y NO EXPLICA EL ROL DEL DIRECTOR DE MEDIO AMBIENTE INCLUIDO EN EL ORGANIGRAMA. ACLARAR ESTA INCONGRUENCIA.

El Organigrama del proyecto se mantiene de la misma manera, el director de medio ambiente es equivalente al gerente de medio ambiente.

El Gerente Ambiental tendrá la autoridad necesaria para paralizar cualquier actividad que represente un peligro. Asimismo, implementará y ejecutará el PMA que se describe en el EIA de acuerdo con los siguientes roles y responsabilidades:

- Gerente Ambiental: Su principal función será
  - velar por la gestión ambiental del sitio y desarrollar, ejecutar y coordinar todos los permisos que involucren los aspectos ambientales, para desarrollar el Proyecto.
  - Ejecutar los diseños y actividades de monitoreo para el cumplimiento de los compromisos asumidos.
  - Reportará e informará a las autoridades competentes, según lo acordado.

- Estará a cargo de la coordinación y capacitación de los contratistas y de la coordinación con el personal del Proyecto en lo que respecta a asuntos ambientales y de seguridad.
- Se asegurará de contar con todos los recursos técnicos y humanos para el cumplimiento del PMA y de los programas que lo componen.
- Verificara que las personas asignadas para asistirlo cumplan de forma adecuada con sus responsabilidades y velará porque se implementen estrictamente los programas de capacitación necesarios.
- Revisará y aprobará semanalmente los reportes emitidos por los supervisores en cada una de los frentes de trabajo.
- En aquellos casos en los cuales se presente alguna emergencia, realizará las coordinaciones necesarias para la implementación de las medidas de contingencia

❑ Supervisor de Medio Ambiente: tendrá las siguientes responsabilidades:

- Asegurar el cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en los programas del PMA y de las condiciones ambientales impuestas para la ejecución del Proyecto.
- Garantizar que el PMA del Proyecto sea apropiadamente implementado y monitoreado
- Preparar informes mensuales de avance de la implementación de las medidas de mitigación del PMA, los cuales servirán de insumo principal para los informes de cumplimiento y seguimiento trimestrales, semestrales y anuales durante la construcción y operación a partir de las disposiciones ambientales, según sea el caso;
- Asegurar el cumplimiento de lo establecido en los permisos y/o autorizaciones internos y externos, la elaboración de los reportes de rutina y las actividades del monitoreo. Asimismo, será el responsable de dar las capacitaciones a los contratistas, en lo que respecta a temas ambientales. El supervisor ambiental trabajará en coordinación con el

supervisor en seguridad, cuando sea necesario. El supervisor ambiental reportará al Gerente Ambiental.

- Supervisor componente social:
  - Interactuar con las comunidades locales o terceras partes que se consideren afectadas, cuando así lo requieran, para mantenerlas informadas respecto al Proyecto.
  - Desarrollar las actividades del Programa de Responsabilidad Social Empresarial de MCQSA.
- Supervisor de seguridad y salud
  - Su principal función será la de asegurar que contratistas y colaboradores cumplan con los requisitos de salud y seguridad, en las actividades que realizan. Asimismo, será el responsable de dar las capacitaciones a los contratistas, en lo que respecta a temas de salud y seguridad. Elaborará los reportes de seguridad en caso de algún incidente o accidente. Trabajará en coordinación con el supervisor ambiental, cuando sea necesario. El supervisor en seguridad reportará al Gerente Ambiental.
- Inspectores de campo
  - Vigilar si el ecosistema circundante, demuestra síntomas de encontrase afectado por el Proyecto
  - Vigilar el impacto ambiental de las instalaciones controladas con objeto de determinar si es necesario realizar más inspecciones o aplicar medidas para hacer cumplir la legislación
  - Garantizar y asegurar que el sistema que se controla sea correcto, apropiado y suficiente para obtener el cumplimiento de las condiciones necesarias para lograr la protección ambiental.
  - Verificar si el sistema de monitoreo está vigente y cuáles son sus resultados
  - Visitas e inspecciones diarias a las instalaciones y facilidades del Proyecto

- Supervisión del cumplimiento de las normas de calidad ambiental.

2.10 SE REITERA LA NECESIDAD DE EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI SE TIENE PREVISTO O NO MONITOREAR EN LOS CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL PROYECTO, LOS NIVELES DE MATERIAL PARTICULADO (PM10 Y PM25) Y DE GASES ATMOSFÉRICOS (A DETERMINAR SEGÚN EMISIONES ESPERADAS DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO), A LOS EFECTOS DE CORROBORAR LAS ESTIMACIONES REALIZADAS MEDIANTE LA MODELACIÓN Y APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS QUE RESULTEN NECESARIAS PARA BIENESTAR DE LA POBLACIÓN LOCAL. ASIMISMO, EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO MONITOREAR EN LOS CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL PROYECTO, LOS NIVELES DE RUIDO Y DE VIBRACIONES, A LOS EFECTOS DE EVALUAR EL IMPACTO DEL PROYECTO SOBRE LAS ZONAS POBLADAS MAS PRÓXIMAS Y APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS QUE RESULTEN NECESARIAS PARA BIENESTAR DE LA POBLACIÓN LOCAL. EN CASO AFIRMATIVO, EXPLICAR Y JUSTIFICAR LA CANTIDAD Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO, LA FRECUENCIA DE MONITOREO EN CADA ESTACIÓN Y LOS PARÁMETROS A MEDIR Y NIVELES GUÍAS DE REFERENCIA QUE SERÁN APLICADOS. EN CASO NEGATIVO EXPLICAR Y JUSTIFICAR DICHA OMISIÓN.

2.10.1 *Explicar y justificar si se tiene previsto o no monitorear en los centros poblados próximos al proyecto, los niveles de material particulado (PM 10 y PM 2.5) y de gases atmosféricos (a determinar según emisiones esperadas de las instalaciones del proyecto), a los efectos de corroborar las estimaciones realizadas mediante la modelación y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local*

Los resultados de los modelos de calidad de aire específicos desarrollados para el Proyecto Minero Cerro Quema indican que la calidad del aire de los receptores más cercanos al proyecto Boca Quema, Quema Río, y La Llana, ubicadas a una distancia de aproximadamente 4,8 km, 3.6 km y 4,5 km respectivamente de la zona de procesamiento de mineral no se verán afectados por las operaciones mineras.

MCQSA a través de Golder Associates, ha desarrollado un análisis con relación a la calidad de aire que considera:

- Estimación de las emisiones de material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10) y también las partículas con un diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros (PM-2,5);
- Desarrollo del modelo de dispersión de aire utilizando el modelo AERMOD de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) para predecir las concentraciones ambientales futuras de PM-10 y PM-2,5;
- Pronóstico de las concentraciones ambientales de cianuro de hidrogeno (HCN) y mercurio (Hg) utilizando el modelo AERMOD;
- Pronostico de la deposición total anual de los elementos metálicos en el área de estudio del Proyecto.

2.10.1.1 Emisiones

La emisiones de material particulado (PM-10 y PM-2.5), HCN, y Hg serán generadas por las diversas actividades relacionadas con la minería. Aunque la mayoría de las emisiones de PM10 y PM2.5 son de naturaleza fugitiva, pequeñas cantidades de estas emisiones serán generadas por los equipos de combustión. Todas las emisiones de HCN del Proyecto serán fugitivas. Las emisiones de Hg serán generados únicamente por los equipos de combustión.

De acuerdo al plan de la minería, el Proyecto Cerro Quema estará operando durante 5 años y la mayor producción de material está diseñada para producirse durante el funcionamiento del Año 4. Dado que la generación de polvo fugitivo es directamente proporcional a la cantidad de caudal de material, se espera que en el Año 4 se generaran una mayor cantidad de polvo fugitivo. El Año 4 es también el año en que ambos tajos operaran en conjunto con las instalaciones auxiliares y de procesamiento. De esta manera el año 4 ha sido elegido para el análisis de la calidad del aire.

A continuación se muestran los resultados de la modelación de las concentraciones de ácido cianhídrico (HCN) y mercurio (Hg). Referirse a la

respuesta de la pregunta 2.3 de este documento donde se incluye la Tabla 2-7, la cual muestra las concentraciones de material particulado.

La Tabla 2-34 muestra en resumen los resultados del modelo para las concentraciones de HCN.

Tabla 2-34: Concentraciones de emisiones fugitivas de HCN

Fuentes	Tiempo promedio	Receptores	Elevación (m)	Concentraciones máximas pronosticadas (µg/m^3)			Estándar USEPA (µg/m^3)***
				Línea base*	Concentraciones (Modelo)**	Concentraciones totales	
HCN	1 hora	La Llana	83.7	0.00	0.61	0.61	3,900
		Boca de Quema	119	0.00	1.00	1.00	3,900
		Río Quema	105	0.00	0.73	0.73	3,900
	Anual	La Llana	83.7	0.00	0.038	0.038	3.13
		Boca de Quema	119	0.00	0.063	0.063	3.13
		Río Quema	105	0.00	0.046	0.046	3.13

Fuente: Golder Associates, 2016

*Se asumió que las concentraciones de línea base de estos parámetros son insignificantes.

**Máximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

***En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparación con las concentraciones crónicas de calidad del aire (CAAC).

La Tabla 2-35 muestra en resumen los resultados del modelo para las concentraciones de Hg.

Tabla 2-35: Concentraciones de emisiones fugitivas de Hg

Fuentes	Tiempo promedio	Receptores	Elevación (m)	Concentraciones máximas pronosticadas (µg/m^3)			Estándar USEPA (µg/m^3)***
				Línea base*	Concentraciones (Modelo)**	Concentraciones totales	
Hg	1 hora	La Llana	83.7	0.00	0.00082	0.00082	1,000
		Boca de Quema	119	0.00	0.00140	0.00140	1,000

Fuentes	Tiempo promedio	Receptores	Elevación (m)	Concentraciones máximas pronosticadas ($\mu g/m^3$)			Estándar USEPA ($\mu g/m^3$)***
				Línea base*	Concentraciones (Modelo)**	Concentraciones totales	
		Río Quema	105	0.00	0.00099	0.00099	1,000
	Anual	La Llana	83.7	0.00	0.00003	0.00003	0.313
		Boca de Quema	119	0.00	0.00006	0.00006	0.313
		Río Quema	105	0.00	0.00004	0.00004	0.313

Fuente: Golder Associates, 2016

*Se asumió que las concentraciones de línea base de estos parámetros son insignificantes.

**Máximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

***En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparación con las concentraciones crónicas de calidad del aire (CAAC).

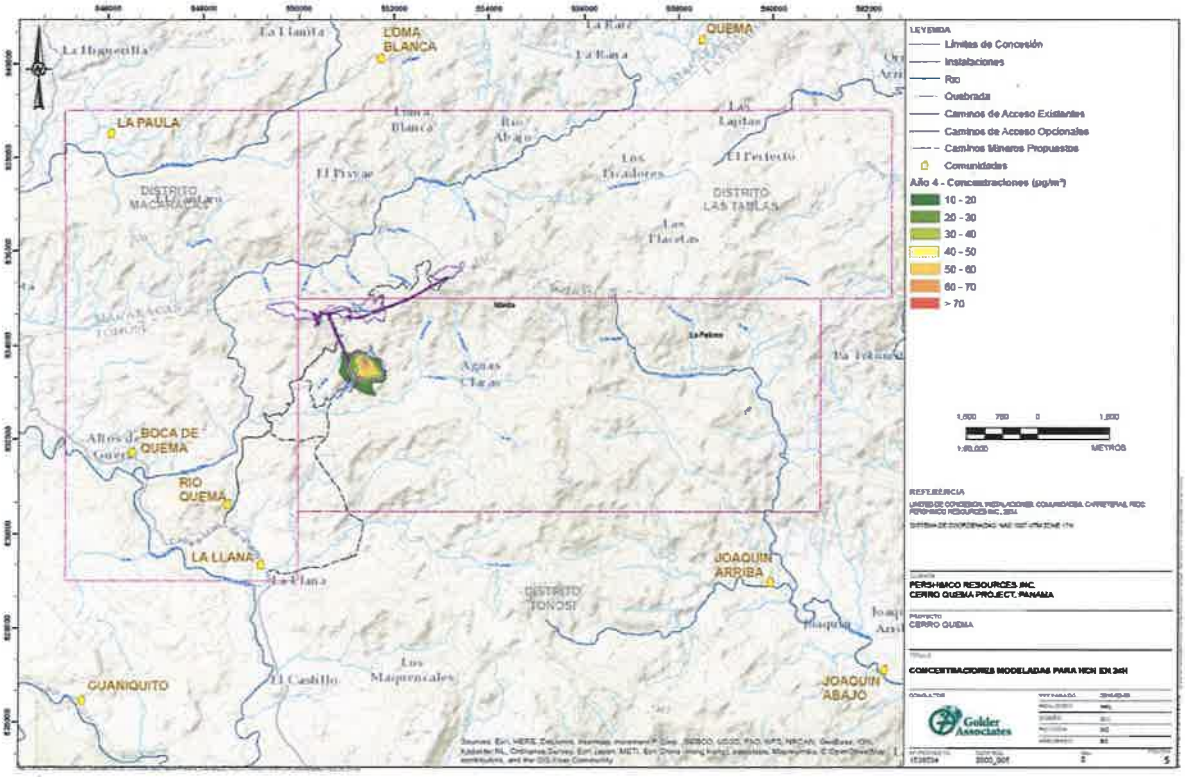
2.10.1.2 Isopletas del modelamiento de material particulado

Las figuras 2-2, 2-3, 2-4 y 2-5 muestran los resultados del modelamiento de 24 horas y anual para material particulado. La información se incluye en la respuesta a la pregunta 2.3 de este documento. Las figuras 2-6 a la 2-9 muestran los resultados de la etapa de post cierre.

2.10.1.3 Isopletas del modelamiento de Gases atmosféricos

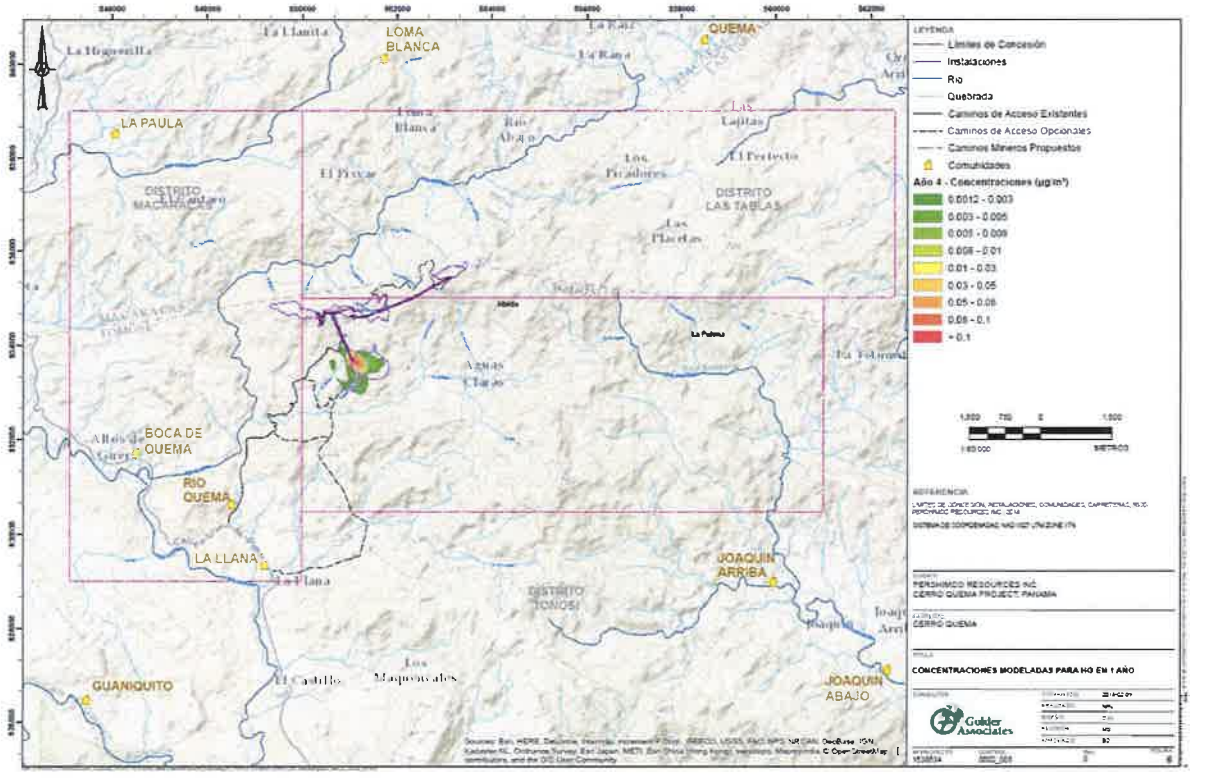
Las figuras 2-16 y 2-17 muestran los resultados del modelamiento de 24 horas para ácido cianhídrico y mercurio respectivamente.

Figura 2-16: Concentraciones promedio de HCN, 24 horas.



Fuente: Golder Associates, 2016.

Figura 2-17: Concentraciones promedio de Hg, 24 horas



Fuente: Golder Associates, 2016.

A partir de los resultados de los modelos realizados, se puede concluir que no será necesario aplicar medidas de mitigación para el control de polvo fuera del área del proyecto, específicamente en ninguno de los receptores más cercanos los ya que las concentraciones de PM-10 y PM 2.5 son no significativas y no alcanzan a influenciar o afectar dichos receptores. Ver figuras, 2-2, 2-3, 2-4 y 2-5.

Las máximas concentraciones de HCN y Hg en los receptores sensibles están muy por debajo de los umbrales, que se basan en el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ). Estos valores se encuentran muy por debajo de los estándares indicados, y se aprecia claramente que la concentración total disminuye con la distancia desde el proyecto.

Las concentraciones de HCN en 1 hora, no se supera a cualquier distancia a sotavento el umbral AAAC. Las concentraciones de HCN total, a una distancia de 3 km a sotavento, están por debajo del límite permisible del CAAC. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del proyecto, los

impactos anuales HCN sobre los receptores más allá de esta distancia estarán por debajo de la CAAC. Las concentraciones de Hg del Proyecto son insignificantes y muy por debajo tanto de la AAAC y la CCAA, como se muestra en la Tabla 2-35. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto ***no serán afectadas*** por las emisiones de Hg.

Sin embargo, independientemente de los resultados indicados por los modelos desarrollados, MCQSA, se compromete en realizar mediciones ANUALES de material particulado y gases, con el fin de actualizar y validar los resultados obtenidos en dicha modelación. Estas mediciones se proponen realizarlas en los receptores utilizados para el desarrollo de la modelación.

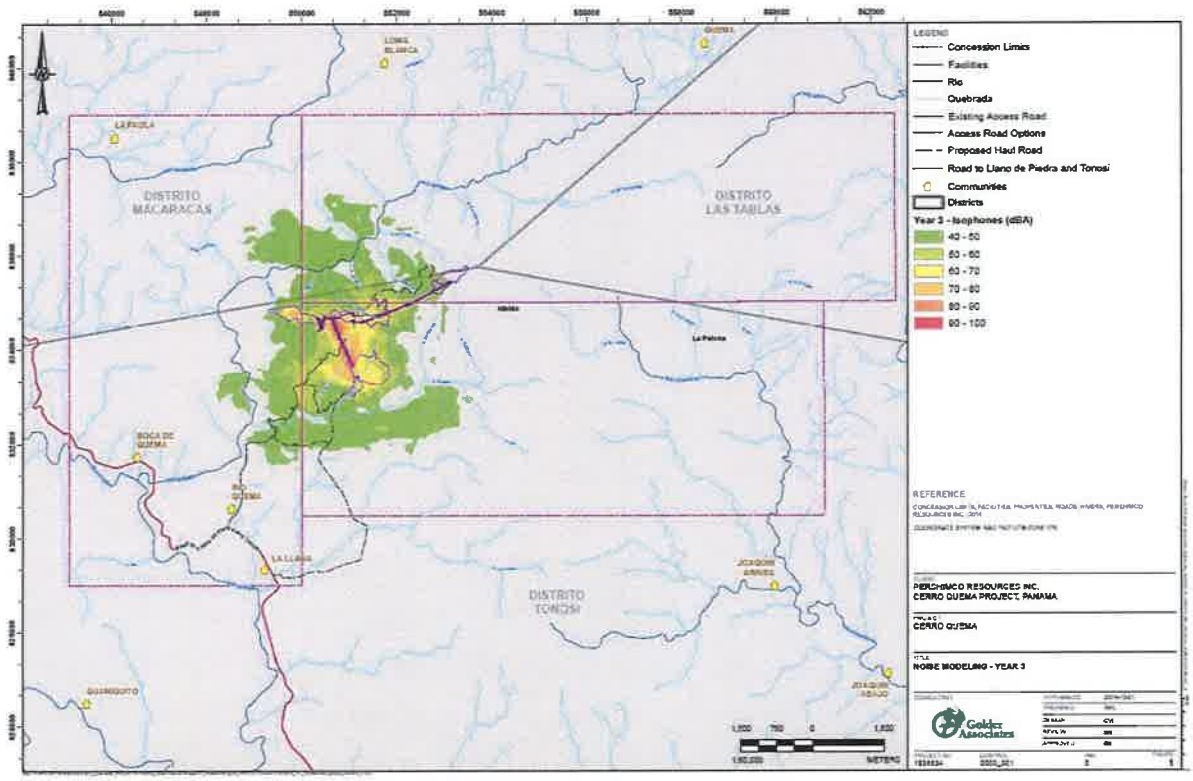
Referirse al plan de monitoreo de calidad de aire indicado en la respuesta 11 de este documento.

2.10.2 *Explicar y justificar si esta previsto monitorear en los centros poblados próximos al proyecto, los niveles de ruido y de vibraciones, a los efectos de evaluar el impacto del proyecto sobre las zonas pobladas más próximas y aplicar las medidas correctivas que resulten necesarias para bienestar de la población local. En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guías de referencia que*

MCQSA desarrolló a través de Golder Associates una modelación de ruido ambiental para los años de mayor producción, cuyos resultados indican que los, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos.

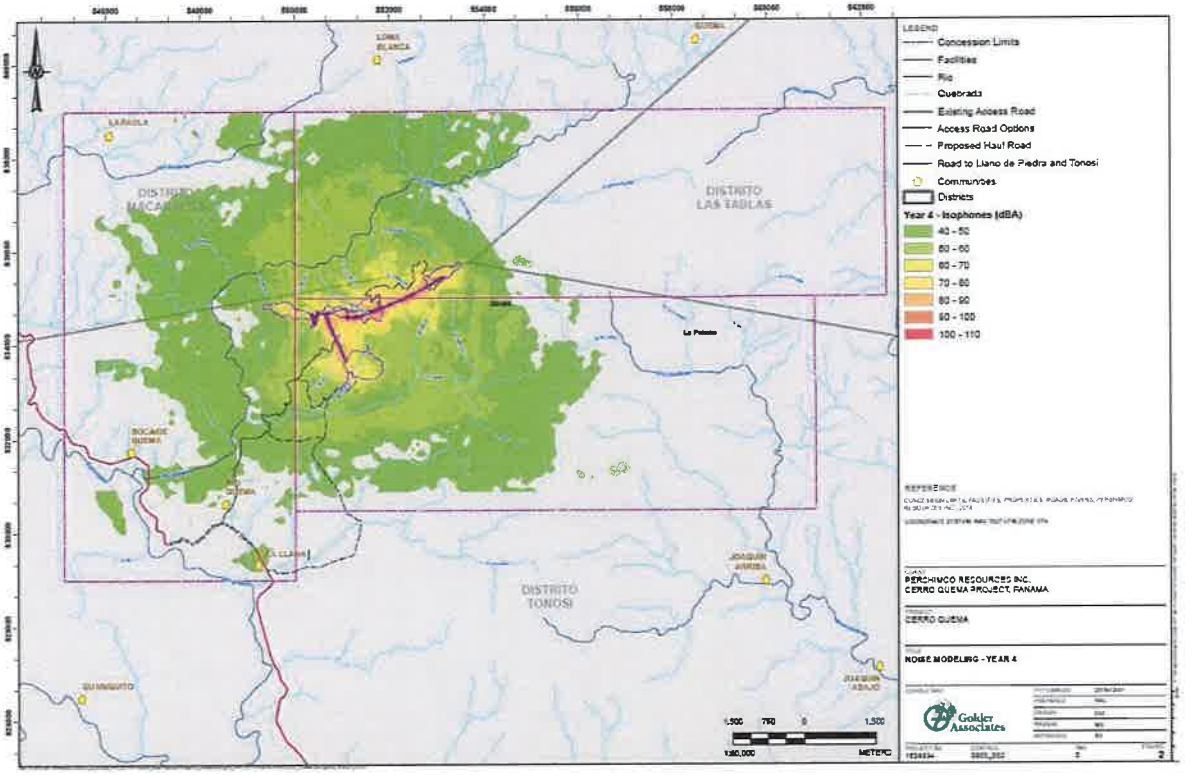
Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado de la operación del Proyecto. Las Figuras 2-18 y 2-19 muestran los resultados de la modelación del ruido durante los años de mayor producción durante operación los cuales serán los de mayor generación de ruido.

Figura 2-18: Modelación de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 3 de producción)



Fuente Golder Associates, 2016.

Figura 2-19: Modelación de ruido de las Operaciones del Proyecto Minero Cerro Quema (año 4 de producción).



Fuente Golder Associates, 2016.

En el anexo 3.2 de este documento se encuentra la modelación de ruido.

2.10.3 *En caso afirmativo, explicar y justificar la cantidad y ubicación de las estaciones de monitoreo, la frecuencia de monitoreo en cada estación y los parámetros a medir y niveles guías de referencia*

Independientemente de los resultados indicados por los modelos desarrollados, MCQSA, se compromete en realizar mediciones de ruido y vibraciones en receptores, con el fin de actualizar y validar los resultados obtenidos en dicha modelación. Estas mediciones se proponen realizarlas en los receptores utilizados para el desarrollo de la modelación, y en las estaciones que se encuentran fuera del área del proyecto e indicadas en el Plan de Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental descrito en el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro.

En la Tabla 2.36 se presentan los criterios ambientales para ruido en áreas residenciales o industriales que serán utilizados como niveles guía de referencia.

Tabla 2-36: Criterios ambientales para ruido en áreas residenciales e industriales

Horario	Nivel sonoro máximo
6:00 am a 9:59 pm	60 decibeles (en escala A)
10:00 pm a 5:59 am	50 decibeles (en escala A)

Fuente: Decreto Ejecutivo Nº 1, de 15 de enero de 2004.

Se recomienda que estos parámetros se midan de acuerdo con la frecuencia indicada en la Tabla 2-39. El monitoreo de receptores se realizara en las estaciones de monitoreo de ruido propuestas y ubicadas fuera del área del proyecto. Las Tablas 2-37 y 2-38 detallan la ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido de receptores fuera del área del proyecto.

Tabla 2-37: Localización de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental

No estación	Sitio	Coordenadas UTM (WGS 84)		Altura (m.s.n.m)
EM3	Garita del Campamento-oficina de MCQSA	0830222	0548052	145
EM5	Finca Sr. Peralta (2)	0832324	0551378	424

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para extracción de Óxidos de Oro

Tabla 2-38: Ubicación de receptores de ruido ambiental (estaciones Golder)

Receptores	Coordenadas	
	Este	Norte
La Llana	546,862.8	831,574.8
Boca de Quema	548,675.4	831,233.9
Río Quema	548,326.2	830,452.4

Fuente: Golder, 2016.

Tabla 2-39: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental

Código	Ruido (LeqA)
Construcción	
EM1	Trimestral
EM2	Trimestral
EM3	Trimestral
EM4	Trimestral
EM5	Trimestral
Operación	
EM1	Semestral
EM2	Semestral
EM3	Semestral
EM4	Semestral
EM5	Semestral

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014.

2.11 EN LA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 109 DE LA NOTA DIEORA-DEIA-AP-0263- 2212- 15, INDICA "EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, CATEGORÍA III DEL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EX!RACCION DE ÓXIDOS DE ORO EN SU PLAN DE MONITOREO INCLUIDO EN EL PMA HA CONSIDERADO EL MONITOREO DE FUENTES FIJAS PRODUCTO DE LAS OPERACIONES DE REFINADO", SIN EMBARGO, EN LA LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE, NINGUNA CORRESPONDE AL SITIO DE PROCESO METALÚRGICO O DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN. SE LES REITERA EXPLICAR Y JUSTIFICAR SI ESTA PREVISTO REALIZAR MONITOREO DE LAS EMISIONES POR CHIMENEA Y/O DIFUSAS DEL PROCESO METALÚRGICO O DEL PATIO DE LIXIVIACIÓN. EN CASO AFIRMATIVO, DESCRIBIR LOS PUNTOS DE MONITOREO, FRECUENCIA DE LAS MEDICIONES Y PARÁMETROS A MEDIR. EN CASO NEGATIVO JUSTIFICAR LA NO REALIZACIÓN DE ESTE MONITOREO.

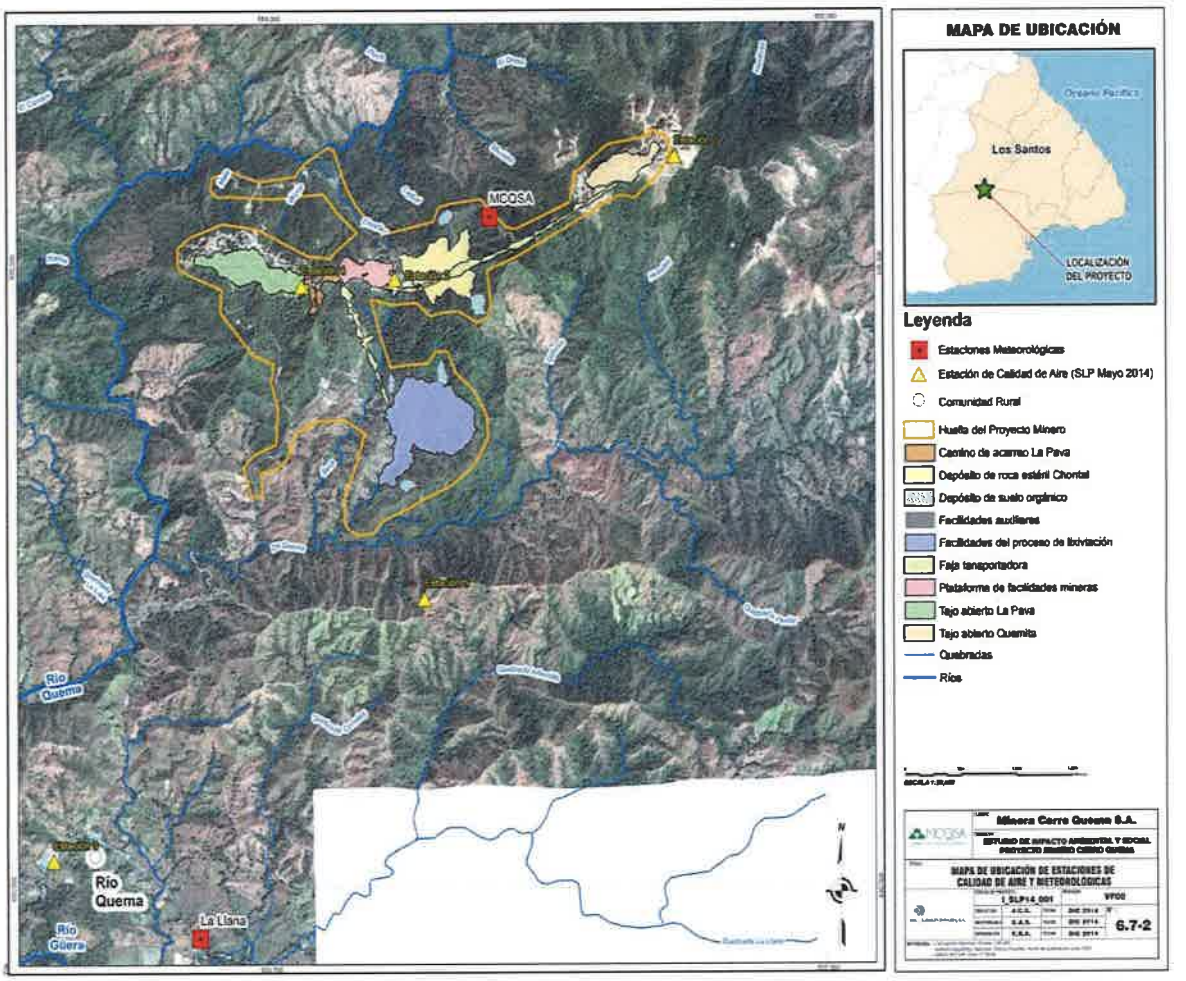
En efecto, las estaciones EM5 y EM3 para monitoreo de calidad de aire del proyecto se encuentra a sotavento fuera del área del proyecto. Estas estaciones se encuentran en dicha ubicación ya que lo que se monitorea en ese punto es como bien se menciona LA CALIDAD DE AIRE DEL PROYECTO, mas no así la emisión de la fuente fija. Para mejor entendimiento procedemos a explicar los siguientes conceptos que sustentan nuestra respuesta y decisión de establecer la estación de monitoreo de calidad de aire en el sitio indicado:

- Calidad del aire: es una indicación de cuanto el aire esté exento de contaminación atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado.
- Dispersión de los contaminantes. Proceso por el cual un contaminante se traslada a sitios remotos de su fuente.
- Emisión. Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil
- Fuentes fijas. Aquellas establecidas en un lugar determinado y su emisión se produce siempre en el mismo lugar.

La calidad de aire se monitoreara a través de las estaciones de muestreo localizadas dentro y fuera del área del proyecto (EM3 y EM5). Las emisiones de fuentes fijas se medirán directamente en el emisor, es decir en la chimenea del

horno de fundición. La figura 2-20 muestra la red de monitoreo de calidad de aire propuesta.

Figura 2-20: Ubicación de las estaciones de muestreo de calidad de aire



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

2.11.1 *Explicar y justificar si esta previsto realizar monitoreo de las emisiones por chimenea y/o difusas del proceso metalúrgico o del patio de lixiviación. En caso afirmativo, describir los puntos de monitoreo, frecuencia de las mediciones y parámetros a medir. En caso negativo justificar la no realización de este monitoreo*

Como se indico en el Plan de Monitoreo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, MCQSA SÍ realizará monitoreo de calidad de aire y

también medirá las emisiones de fuentes fijas provenientes del horno de Fundición, tal como lo dictamina del Decreto Ejecutivo Nº 5, de 4 de febrero de 2009, Normas ambientales de emisiones de fuentes fijas.

2.11.1.1 Fuentes Fijas

Las emisiones de fuentes fijas se medirán directamente en la fuente, es decir en la chimenea. Se medirán la cantidad de emisiones de los siguientes parámetros:

- Material Particulado (PM_{10})
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Monóxido de nitrógeno (NO)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Mercurio (Hg)

MCQSA, incluyo la modelación de las emisiones de fuente fija en el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, en donde se concluye que en base a los resultados obtenidos con las condiciones de modelación y datos meteorológicos se concluye que, las futuras emisiones (concentración máxima de PTS, SO2 y NOx) del horno de fundición se darán a 555 metros para el PTS y 611 metros para los gases.

Es importante mencionar que la instalación estará funcionando solo 4 veces a la semana, durante 4 horas cada vez. Esto hace un total de 16 horas de operación semanales. Por otro lado, el horno propuesto será un horno de fundición modelo KCA 430 que produce una energía calorífica de 900,000 BTU/Hr (combustión por medio de diesel).

El Decreto Ejecutivo 5 de 4 de Febrero de 2009, "Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas" define las fuentes no significativas como:

Fuente fija no significativa: Fuente fija de combustión cuyo poder calorífico sea menor a tres millones de vatios (3 x 106 W) o diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10 x 10 6 BTU/h).

Basado en la definición de fuente fija no significativa que da dicho Decreto, se partiría del supuesto que las emisiones de la chimenea del horno de fundición del proyecto serian consideradas como no significativas, debido a que su poder calórico de 900,000 BTU/Hr es menor al que establece la definición del Decreto.

El Artículo 22 del Decreto Ejecutivo 5 de 4 de Febrero de 2009, "Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas, establece que: Las fuentes fijas, sean estas significativas o no significativas, nuevas o modificadas, están obligadas a presentar ante la ANAM su caracterización de emisiones, una vez inicien operaciones o realicen alguna modificación.

Acatando lo establecido en el artículo 22, MCQSA, se compromete en realizar y entregar la caracterización de emisiones una vez el horno de fundición entre en funcionamiento durante la fase de operación del Proyecto.

Artículo 26. Si la predicción mediante el modelo preliminar indica que la concentración de un contaminante sobrepasará el valor establecido en la norma de calidad de aire ambiente vigente, se calificará al contaminante como significativo para la fuente, en cuyo caso se deberá aplicar un modelo detallado para aquellos contaminantes significativos.

El Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro incluye en la Sección de Anexos de Calidad de Aire y Ruido el Informe de Modelación de Emisiones del Horno de Fundición, en el que se indican las emisiones esperadas. La tabla 2-40 muestra dichas emisiones estimadas a través del modelo de emisiones presentado.

Tabla 2-40: Emisiones Refinería Proyecto Cerro Quema

Distancia de la Fuente (m)	Conc. de PTS (µg/m³)	Conc. de Gases NO_x y SO_2 (µg/m³)
500	2.64	2.42
1000	1.28	2.38
1500	0.54	0.89
2000	0.50	0.70
2500	0.25	0.35
3000	0.17	0.26
555	3.44 (concentración máxima)	---
611	---	7.32 (concentración máxima)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

MCQSA a través de Golder Associates, ha realizado una estimación de las emisiones fugitivas producidas en el proceso de refinado. Se ha realizado una modelación que incluye los máximos impactos potenciales de Hg generados por el Proyecto los cuales fueron evaluados utilizando el modelo de dispersión de calidad del aire SCREEN3 de la EPA, que es un modelo de selección diseñado para predecir concentraciones en el escenario más crítico o desfavorable, considerando la dirección del viento a sotavento y una combinación de condiciones meteorológicas. A partir de este modelo, las emisiones de mercurio se han identificado como las emisiones atmosféricas generadas principalmente por las operaciones de refinación de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los lugares sensibles cercanos (receptores) se encuentran dentro de un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del Proyecto.

Los impactos han sido pronosticados a diferentes distancias a sotavento del Proyecto: 1, 3 y 5 km. Los resultados obtenidos mediante el modelo indican que la concentración total disminuye a medida que existe una mayor distancia desde el Proyecto. Para los impactos en 1 hora, la concentración aguda de la calidad del aire en el ambiente (AAAC, por sus siglas en inglés) no fue excedido en cualquier distancia a sotavento del Proyecto. Para los impactos anuales, la concentración total está por debajo de las concentraciones crónicas de la calidad del aire en el ambiente (CAAC, por sus siglas en inglés) a una distancia de 3 km a sotavento.

Los umbrales AAAC y CCAA se obtuvieron de las regulaciones del Departamento de Calidad Ambiental del Estado de Arizona, que es una de las varias agencias ambientales estatales de Estados Unidos que requieren evaluación de los parámetros en mención.

Los impactos de Hg son insignificantes y se encuentran por debajo de los AAAC y CCAA, como se muestra en la Tabla 2-41. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de este parámetro

Tabla 2-41: Emisiones de Mercurio en Refinería, Proyecto Cerro Quema

Fuentes	Emisiones horarias (g/s)	Concentración Promedio 1 hora (µg/m³) a sotavento			Concentración aguda (µg/m³)	Concentración Promedio anual (µg/m³) a sotavento			Concentración crónica (µg/m³)
		1 Km	3 Km	5 Km		1 Km	3 Km	5 Km	
Horno de Fundición	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03	1,000	4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	0.313

Fuente: Golder Associates, 2015.

A partir de los resultados de los modelos desarrollados para el Proyecto y basados en lo que dictamina el artículo 26 del Decreto Ejecutivo Nº 5, de 4 de febrero de 2009, Normas ambiental de emisiones de fuentes fijas, las emisiones serian consideradas como NO SIGNIFICATIVAS.

Sin embargo, la frecuencia de muestreo de las emisiones de la fuente fija en la chimenea del horno de fundición será determinada por los lineamientos establecidos en el de Decreto Ejecutivo Nº 5, de 4 de febrero de 2009, Normas ambiental de emisiones de fuentes fijas.

2.11.1.2 Calidad de Aire

La calidad de aire se monitoreara a través de la red de estaciones propuesta:

Tabla 2-42: Estaciones de monitoreo propuestas para calidad de aire

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
EM1	Tajo Cerro Quema	0835872	0553637	17N

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
EM2	Plataforma principal (1)	0834980	0551171	17N
EM3	Campamento/oficina MCQSA	0830222	0548052	17N
EM4	Tajo La Pava	0834834	0550281	17N
EM5	Finca Peralta (2)	0832324	0551378	17N

(1) la plataforma principal donde se construirán las futuras oficinas y campamentos del Proyecto. Punto a barlovento de las futuras facilidades del proceso de lixiviación.

(2) punto a sotavento de las futuras facilidades del proceso de lixiviación

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014.

Los parámetros sugeridos para el monitoreo en las estaciones de muestreo de calidad de aire son los siguientes:

- Material Particulado (PM_{10})
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Monóxido de nitrógeno (NO)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Hg
- HCN

Cabe destacar, que MCQSA incluyo en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, que se monitoreara la calidad del aire a través de la implementación de una estación total de monitoreo de aire (a instalar y ubicar en EM5). La ubicación de la estación se escogió tomando en cuenta la dirección de viento predominante los resultados del modelo de dispersión de material particulado así como también la topografía y vegetación circundante.

Se recomienda que estos parámetros para monitoreo de Calidad de Aire se midan de acuerdo con la frecuencia indicada en la Tabla 2-43.

Tabla 2-43: Frecuencia y parámetros del monitoreo de calidad de aire

Código	PM_{10}	CO	SO_2	NO	NO_2
Construcción					

Código	PM_{10}	CO	SO_2	NO	NO_2
EM1	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM2	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM3	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM4	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
EM5	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
Operación					
EM1	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM2	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM3**	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM4	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
EM5**	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral

Fuente: SNC-Lavalin Panamá, S.A., 2014.

****En estas estaciones se realizara el monitoreo semestral de HCN y Hg.**

Este plan de monitoreo de Calidad de Aire pretende cubrir las emisiones del proceso metalúrgico y del patio de lixiviación.

2.12 EN LA RESPUESTA DADA A LA PREGUNTA 115 DE LA NOTA DIEORA-DELA-AP-0263-2212- 15, SE INDICA "LOS PARÁMETROS A MEDIR SON LOS SIGUIENTES: TEMPERATURA (T), ALCALINIDAD (ALE), CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE), DUREZA (DUR), POTENCIAL HIDRÓGENO (PH), S6LIDOS SUSPENDIDOS (S.S), SÓLIDOS DISUELTOS (S.D.T), TURBIEDAD (NTU), CLORUROS (CL-), SULFATOS (S04), CIANURO (CN-), OXÍGENO DISUELTO (O.D), DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO), COLIFORMES TOTALES (C.F), DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DB05), COLIFORMES TOTALES (C.T), CAUDAL; ADEMÁS METALES COMO: ALUMINIO (AL), ARSÉNICO (AS), BARIO (BA), BERILIO (BE), CALCIO (CA),CADMIO (CD), CROMO (CR), COBALTO (CO), COBRE (CU); HIERRO (FE), PLOMO (PB), MANGANESO (MN), MERCURIO (HG), MOLIBDENO (MO), NÍQUEL (NI), SELENIO (SE), PLATA (AG), ESTRONCIO (SR), TALIO (TL), ESTAÑO (SN), URANIA (U), VANADIO (V) Y ZINC (ZN)", SIN EMBARGO ESTOS SON PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS QUE CORRESPONDEN A CALIDAD DEL AGUA, NO SON PARÁMETROS DE LAS COMUNIDADES LIMNOLÓGICAS. SE LES REITERA SEÑALAR CUATES SON LOS PARÁMETROS QUE SERÁN MONITOREADOS PARA CADA COMUNIDAD LIMNOLÓGICAS. CUAL ES LA FRECUENCIA DE MONITOREO PARA CADA COMUNIDAD.

De acuerdo a Línea base biológica del EsIA, detallada en el Capitulo 7, sección 7.2.1.2.2.5 del Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro, el componente de vida

acuática consideró los grupos de peces, crustáceos, moluscos e insectos acuáticos y, adicionalmente, en la segunda campaña se realizó la colecta de tejido de peces (para la evaluación de metales pesados) y perifiton. Debido a ello las comunidades limnológicas que serán incluidas en el monitoreo serán las mismas consideradas en la línea base.

- Muestreo de perifiton:
- Muestreo de insectos acuáticos
- Muestreo de peces, moluscos y crustáceos
- Muestreo de metales pesados en peces

Las estaciones de monitoreo hidrobiológico se presentan a continuación en la Tabla 2-44:

Tabla 2-44: Estaciones de monitoreo de seguimiento de fauna acuática

Código	Descripción	Coordenadas Proyección UTM – Datum WGS84		
		Norte	Este	Zona
SW1	río Quema (aguas arriba del área de influencia del Proyecto	837 933	554 011	17N
SW6	río Quema (aguas abajo de la confluencia con la quebrada Mala)	835 953	549 517	17N
SW9	quebrada Dolores (aguas arriba de la confluencia con la quebrada de Quema)	833 667	552 606	17N
SW11	quebrada Seca (antes de la confluencia con la quebrada de Quema)	832 801	550 366	17N
SW13	río Quema (aguas abajo de la confluencia con la quebrada de Quema)	832 448	548 723	17N

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema para la Extracción de Óxidos de Oro

La frecuencia de muestreo será en dos campañas por año, coincidentes con las épocas lluviosa y seca.

Los resultados obtenidos a través de los monitoreos descritos servirán para proporcionar información sobre la composición, distribución y el estado actual de las comunidades limnológicas. Para esto, los datos recogidos podrán brindar información de los siguientes parámetros:

- Estructura de la comunidad
  - Permitirá destacar las especies dominantes, mediante el porcentaje basado en los ejemplares colectados, destacando gremios alimenticios, edades o proporción sexual por punto de muestreo.
- Composición por especies
  - Consistirá en proporcionar una lista, relación o un inventario taxonómico de los ejemplares capturados en cada ambiente o punto de muestreo del estudio
- Abundancia
  - Corresponderá al número de ejemplares colectados en la muestra, y detallada por especie, punto de muestreo y total.
- Índices Comunitarios
  - Serán indicadores numéricos de heterogeneidad de las comunidades biológicas, basados en la riqueza de especies y abundancia de individuos. Se aplicarán fórmulas específicas para sus estimaciones. Algunos de estos serán: Riqueza, Abundancia, Diversidad de Shannon-Wiener y Dominancia, entre otros.

3. ANEXOS

3.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE E IMPACTOS PARA POLVO FUGITIVO (PM-10 Y PM-2.5), CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO ASOCIADOS CON LA OPERACIÓN MINERA PROPUESTA DEL PROYECTO CERRO QUEMA ASÍ COMO EL ANÁLISIS DE METALES PELIGROSOS POR MEDIO DE LA DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS

3.2 MODELACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL (RUTA DE TRANSPORTE Y PROYECTO)

3.3 MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL – LÍNEA BASE

3.4 INFORME DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO EN RECEPTORES PREPARADO POR CODESA

3.5 INFORME DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL EN RECEPTORES PREPARADO POR SNC LAVALIN

3.6 INFORME VIENTOS CATABÁTICOS

3.7 ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE CAPA VEGETAL (TOPSOIL) Y REQUISITOS DE VOLUMEN PARA EL CIERRE DEL PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

3.8 ACTUALIZACIÓN SECCIÓN 9, VALORACIÓN DE IMPACTOS

3.9 ACTUALIZACIÖN SECCIÓN 10, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

~~4516~~
1517



SNC·LAVALIN

MCQSA

ANEXO 3.1.

ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AIRE E IMPACTOS PARA POLVO FUGITIVO (PM-10 Y PM-2.5), CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO ASOCIADOS CON LA OPERACIÓN MINERA PROPUESTA DEL PROYECTO CERRO QUEMA ASÍ COMO EL ANÁLISIS DE METALES PELIGROSOS POR MEDIO DE LA DEPOSICIÓN DE PARTÍCULAS

Golder Associates

TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha:	Marzo 31, 2015	**Proyecto No.:**	15-38534
Para:	Pierre Bureau and Octavio Choy	**Compañia:**	Golder Associates Inc, Reno
De:	Sal Mohammad, Maria Sheen		
cc:	Todd Minard, Benny Susi,	**Email:**	
RE:	**ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE E IMPACTOS PARA POLVO FUGITIVO (PM-10 Y PM-2,5), CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO ASSOCIADOS A LAS ETAPAS DE OPERACIÓN MINERA Y CIERRE PARA EL PROYECTO CERRO QUEMA ASI COMO EL ANALISIS DE METALES PELIGROSOS POR MEDIO DE LA DEPOSICION DE PARTICULAS**		

1.0 INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) ha propuesto la construcción de una mina de oro a tajo abierto convencional en Cerro Quema, Panamá. El mineral triturado de los dos tajos de la operación minera propuesta de Cerro Quema, se procesará con pilas de lixiviación a través del apilamiento con fajas transportadoras. La tasa de procesamiento de mineral mensual se estima en 310 000 toneladas métricas por mes, o 3 720 000 toneladas métricas por año. PRO ha recibido recientemente comentarios de la ANAM para el proyecto minero Cerro Quema solicitando aclaraciones e información adicional para diversas disciplinas.

Golder ha desarollado los siguientes análisis con relación a la calidad del aire:

- Estimación de las emisiones de material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10) y también las partículas con un diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros (PM-2,5) para dos escenarios:
  - Caso más crítico de la operación minera
  - Actividades de post-cierre
- Desarrollo del modelo de dispersión de aire utilizando el modelo AERMOD de la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) para predecir las concentraciones ambientales futuras de PM-10 y PM-2,5;
- Pronóstico de las concentraciones ambientales de cianuro de hidrogeno (HCN) y mercurio (Hg) utilizando el modelo AERMOD;
- Pronostico de la deposición total anual de los elementos metálicos en el área de estudio del Proyecto.

En este memorando técnico se presenta la metodología para la estimación de emisiones de PM-10 y PM-2,5 y los supuestos para la conducción de los modelamientos para polvo fugitivo, HCN y Hg; análisis de los resultados de calidad del aire y las conclusiones extraídas de los mismos.

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

Es importante mencionar que cálculo de las emisiones de HCN y Hg anteriormente se muestra en Golder Memorando Técnico con fecha del 31 de Diciembre del 2015, el cual fue presentado considerando los máximos impactos a sotavento para HCN y Hg mediante un modelo de análisis SCREEN3. Este modelo de selección combina el caso más crítico de los parámetros meteorológicos ara predecir en forma conservadora altos impactos. En este memorándum técnico, Golder ha utilizado el modelo de dispersión de aire refinado llamado AERMOD en conjunto con diferentes parámetros meteorológicos por hora para predecir los impactos y las isopletas de concentración

2.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto propuesto Cerro Quema estará ubicado en el distrito de Chitré, provincia de Herrera en Tenosi - Panamá. El Proyecto operara dos tajos abiertos: La Pava y La Quema, los cuales se encuentran a aproximadamente 2,5 km de distancia entre ambos. Las elevaciones de base para los tajos son de 490 m y 840 m sobre el nivel del mar, respectivamente. El área de procesamiento de mineral se encuentra aproximadamente a 1,5 km al este del tajo La Pava y a una elevación de base de 350 m. La elevación del terreno cercana al proyecto, a una distancia de aproximadamente 5 km del área de procesamiento de mineral es de aproximadamente 90 m a 170 m. Polvo fugitivo y contaminantes peligrosos como el mercurio y HCN serán emitidos durante la vida operativa del proyecto y también durante las actividades de cierre posterior a la minería, tal como se describe a continuación.

2.1 *Operación Minera*

El mineral extraído del tajo La Pava serán transportados al área de procesamiento utilizando camiones de transporte y los minerales desde el tajo La Quema será transportado al área de procesamiento de mineral mediante fajas transportadoras. Una trituradora estará ubicado en el área de procesamiento de minerales y una vez triturados será transportado a la plataforma de las pilas de lixiviación mediante fajas transportadoras también. La zona de la plataforma de lixiviación también albergará un área de procesamiento de material para la fabricación de los productos terminados y envío de los productos. El proyecto está diseñado para procesar aproximadamente más de 6 millones de toneladas totales de mineral y desmonte por año durante la una vida útil de 5 años. El funcionamiento del tajo La Quema funcionará sólo 3 de los 5 años de la fase de operación.

Aunque la ubicación del proyecto es remota, se han encontrado hay tres pequeñas comunidades situadas en el lado suroeste del Proyecto. Estos son Boca Quema, Quema Río, y La Llana, ubicadas a una distancia de aproximadamente 4,8 km, 3.6 km, ya 4,5 km de la zona de procesamiento de mineral.

El mineral proveniente de los tajos La Pava y La Quema será triturado y luego se procesará utilizando pilas de lixiviación convencional a través de apilamiento de la faja transportadora. El mineral se procesará en pilas de lixiviación mientras que los materiales que no generan oro serán dispuestos en el depósito de roca de desmonte.

El proyecto empleara diversas medidas de control de polvo fugitivo en los tajos con el fin de reducir las emisiones de polvo fugitivo. Estas medidas incluyen el riego de caminos de acarreo no pavimentadas dentro de los tajos y la aplicación de sprays de agua en las áreas de procesamiento de mineral. Las emisiones de PM-10 y PM-2,5 del horno de campana serán controladas por un colector de polvo (baghouse).

2.2 *Actividades Mineras de Post-Cierre*

Después que la mina Cerro Quema termine con las actividades de operación, PRO tiene planes para comenzar las actividades de cierre de la mina y el desmantelamiento de las áreas de procesamiento. Las principales actividades de cierre incluyen la cobertura con vegetación del depósito de desmonte y las pilas de lixiviación, así como el desmantelamiento de las estructuras de los edificios de procesamiento y las instalaciones de procesamiento. El depósito de desmonte se cerrará progresivamente, que incluirá clasificación de los bancos para drenar y colocar una cubierta sobre las laderas de volcado. La etapa de cierre consistirá en recubrir estas áreas con material compuesto tierra vegetal, capaz de soportar la vegetación local. Durante la operación minera, se almacenara el topsoil en dos pilas de almacenamiento cerca del depósito de desmonte, los cuales serán utilizados para ir cubriendo progresivamente este depósito de desmonte a medida que sea necesario. Una vez que la operación minera llegue a su fin, luego de los 5 años de vida, quedara aproximadamente el 20% del depósito de desmonte será sin cubrir, lo cual se llevara a cabo en un plazo de 6 meses.

Se estima la pila de lixiviación seguirá estando operativa por un período de aproximadamente 6 meses tras el final de las actividades mineras. Al final de la lixiviación, será enjuagado tres veces para eliminar los metales preciosos residuales y cianuro de sodio. Se espera que esta actividad dure aproximadamente 2.3 años para enjuagar la pila de lixiviación. Una vez que el enjuague se haya completado, se comenzaran con las actividades de cierre con cubiertas de topsoil, capaz de soportar la vegetación local. El topsoil será almacenado durante la etapa de operación en tres pilas de almacenamiento, el cual será utilizado para cubrir las instalaciones de la pila de lixiviación en un período de 6 meses siguientes al final de enjuague del mismo.

3.0 EMISIONES DEL PROYECTO

La emisiones de material particulado (PM-10 y PM-2.5), HCN, y Hg serán generadas por las diversas actividades relacionadas con la minería. Las emisiones fugitivas de PM-10 y PM-2,5 son generados por actividades tales como el transporte de materiales mediante camiones en accesos mineros, actividades con buldozers, clasificación, carga y descarga de camiones, actividades de descarga con fajas transportadora, voladuras, y las actividades de tratamiento de materiales tales como trituración. Las emisiones fugitivas de PM-10 y PM-2,5 también serán generadas durante la etapa de post-cierre debido a actividades como transporte de topsoil, actividades con bulldozers y nivelación en el depósito de desmonte y pilas de lixiviación.

Aunque la mayoría de las emisiones de PM-10 y PM-2,5 son de naturaleza fugitiva, pequeñas cantidades de estas emisiones serán generadas por los equipos de combustión. Todas las emisiones de HCN del Proyecto serán fugitivas por naturaleza y serán generadas en la pila de lixiviación. Las emisiones de Hg serán generados únicamente por los equipos de combustión.

De acuerdo al plan de la minería, el Proyecto Cerro Quema estará operando durante 5 años y la mayor producción de material está diseñado para producirse durante el funcionamiento del Año 4. Dado que la generación de polvo fugitivo es directamente proporcional a la cantidad de caudal de material, se espera que en el Año 4 se generaran una mayor cantidad de polvo fugitivo. El Año 4 es también el año en que ambos tajos operaran en conjunto con las instalaciones auxiliares y de procesamiento. De esta manera el año 4 ha sido elegido para el análisis de la calidad del aire.

Como se describió en la Sección 2.2, las actividades de recubrimiento restante del depósito de desmonte y de la pila de lixiviación, duraran 6 meses cada una después que las operaciones mineras hayan finalizado pero no se llevaran a cabo en forma simultánea. Para este estudio, se asumió conservadoramente que las actividades de post-cierre de estas dos instalaciones se llevaran a cabo al mismo tiempo. Asimismo, las estructuras pre-fabricadas serán desmanteladas y remolcadas. Estas actividades sólo se tomará unos días para ser completadas y se espera que genere pequeñas emisiones de partículas las cuales serán insignificantes en comparación con las actividades de cierre del depósito de desmonte y la pila de lixiviación. Por esto motivo, dichas actividades no se han incluido en el análisis.

Los procedimientos de estimación de las emisiones se describen en detalle en las secciones siguientes:

3.1 *Emisiones de Material Particulado*

Las emisiones de material particulado se estimaron de acuerdo con las recomendaciones de la USEPA y las técnicas actuales que se presentan en el AP-42, Recopilación de los Factores de aire de Emisión de Contaminantes (USEPA, 2006), y el Documento de Antecedentes y Técnicas de información para medidas de control de polvo fugitivo (USEPA, 1992). También se utilizó otro documento de referencia, tal como la Asociación del Aire de la Región Occidental (WRAP) (septiembre de 2006).

Las emisiones provenientes de los motores diésel asociadas a los vehículos y equipos mineros han sido estimadas a partir de los métodos y supuestos del documento Reporte N°NR 009D, "Factores de Emisión para el Modelamiento de Motores de Vehículos que No Transitan en Accesos" (USEPA 2008).

Los tipos y fuentes de las emisiones de polvo fugitivo (PM-10 y PM-2,5) asociadas con la operación del Proyecto propuesto consisten en:

- Transporte de material en camiones por vías afirmadas
- movimiento de equipos misceláneos de soporte en rutas de acarreo;

- actividades de transferencia de material (por lotes o en forma continua) asociadas con las actividades de carga y descarga de los camiones y manipulación de material;
- actividades de movimiento de tierras efectuadas con tractores tipo bulldozers;
- actividades de nivelación;
- erosión eólica por el almacenamiento del material;
- actividades de perforación y voladuras; y
- Actividades de procesamiento como la del chancado

Las emisiones de PM10 and PM2.5 también serán generadas por los equipos como son las retortas de mercurio, hornos de fundición, hornos de generación de carbono, recuperación electrolítica, calentador de agua caliente y dos generadores diésel.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las emisiones estimadas para el año 4 de operación del Proyecto Cerro Quema. En la Tabla 1 del Apéndice A se presenta una tabla más detallada de estos resultados.

Tabla 1: Resumen de las Emisiones estimadas para la Operación del Proyecto Cerro Quema - Año 4

Actividades	Año 4 de Operación			
	PM-10		PM-2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	250.4	444.5	38.4	68.2
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.2	1.2	0.2	1.2
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	3.6	26.3	3.6	26.3
Manipulación de material	6.2	14.2	0.9	2.1
Procesamiento de material	3.5	30.3	0.5	4.5
Actividades de movimiento de material con bulldozers	61.9	445.4	9.3	66.8
Actividades de nivelación	1.7	12.1	0.1	0.8
Actividades de voladura	8.1	2.9	0.5	0.2
Actividades de perforación	3.7	26.8	0.4	2.7
Erosión eólica por almacenamiento del material	2.5	1.3	0.4	0.2
Fuentes de equipos de combustión	2.3	20.1	2.3	20.1
Emisiones Totales	**344.0**	**1,025.0**	**56.6**	**193.1**

Es importante tener en cuenta que las emisiones fugitivas de polvo generadas por el movimiento de camiones de transporte por lo general representan más del 90 por ciento de todas las emisiones fugitivas de polvo generadas en operaciones de minería a cielo abierto. El movimiento de vehículos diversos asociados con las operaciones de minería tales como transporte de personal, vehículos de mantenimiento,

etc., también generan emisiones de polvo fugitivo; sin embargo, estos no fueron considerados debido a la naturaleza poco frecuente y el nivel de actividad mínima de estas fuentes en comparación con el movimiento de camiones de extracción minera. Estas fuentes potenciales generan emisiones mínimas en comparación con los camiones de transporte.

La planta de procesamiento será diseñada para funcionar de forma continua durante 24 horas por día. Las actividades mineras estarán en funcionamiento durante 20 horas al día (dos turnos de 10 horas cada uno). Para las emisiones anuales se asumieron 360 días por año de funcionamiento.

El proyecto está diseñado para emplear las siguientes medidas de control de polvo durante las operaciones mineras:

- Tajos abiertos – regado en las vías mineras afirmadas
- Área de procesamiento de mineral (chancadoras) – rociado de agua

En base a las recomendaciones de la USEPA, las eficiencias de control para el polvo fugitivo asociadas a las medidas de mitigación mencionadas son:

- Regado en vías mineras afirmadas en ambos tajos abiertos – 75% de eficiencia de control
- Operación de chancadoras – 60 % de eficiencia de control

Los tipos y fuentes de las emisiones de polvo PM-10 y PM-2,5 fugitivas asociadas con las actividades de cierre posteriores a la extracción de la mina Cerro Quema consisten en:

- El movimiento de los camiones de carga en vías mineras afirmadas;
- El movimiento del equipo minero misceláneo en superficies sin pavimentar del depósito de desmonte y la pila de lixiviación;
- Actividades de manipulación de materiales asociado con la carga y descarga de camiones;
- Actividades con bulldozers y nivelación en las pilas de almacenamiento de topsoil y en el depósito de desmonte y la pila de lixiviación; y
- Erosión eólica de pilas de almacenamiento de activos y áreas superficiales disturbadas.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de las emisiones estimadas para las actividades de post cierre del Proyecto Cerro Quema. En la Tabla 2 del Apéndice A se presenta una tabla más detallada de estos resultados.

Tabla 2: Resumen de las Emisiones estimadas para el Post-Cierre del Proyecto Cerro Quema

Actividades	Actividades de Post-Cierre			
	PM-10		PM-2.5	
	(kg/h)	(t/año)	(kg/h)	(t/año)
Emisiones fugitivas del tráfico en rutas de acarreo	39.2	95.5	6.0	14.6
Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo	0.02	0.1	0.02	0.1
Emisiones del tubo de escape de los motores de vehículos que no transitan por accesos	0.7	2.4	0.7	2.4
Manipulación de material	0.8	0.84	0.1	0.1
Actividades de movimiento de material con bulldozers	13.8	49.5	2.1	7.4
Actividades de nivelación	3.4	12.1	0.2	0.8
Erosión eólica por almacenamiento del material	17.9	23.2	2.7	3.5
Emisiones Totales	**75.8**	**183.6**	**11.8**	**29.0**

En los alrededores del proyecto propuesto se experimenta fuertes lluvias durante los meses de noviembre a abril. Las fuertes lluvias se proporcionaran protección natural durante estos meses y por lo tanto, la aplicación de riego será mínimo o ninguno durante estos meses. Se estima que la mitigación natural tendrá un control de eficiencia de 60%, lo que equivale a control debido a la pulverización de agua en una zona abierta. Sobre la base de la de 1 año de datos de precipitación, se espera que las precipitaciones que se produzcan sean mayores del 75% de los días durante estos meses. Como resultado, se espera que la mitigación natural para suprimir las emisiones de polvo mantenga el contenido de humedad alta en las superficies de las vías afirmadas.

El detalle de la metodología del cálculo de emisiones y los supuestos considerados se presenta a continuación.

3.2 *Emisiones Fugitivas Derivadas del Tránsito en Rutas de Acarreo*

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 por el tránsito en las rutas de acarreo se estimaron a partir de la ecuación descrita en la Sección 13.2.2 del documento AP-42 (USEPA 2006). La siguiente ecuación se utilizó para estimar las emisiones en vías afirmadas.

$$E = k\,(s/12)^a\,(W/3)^b\,[(365-p)/365)] \times 281{,}9 \times (100\% - \%\ \text{eficiencia del control})$$

Donde:

- E= factor de emisión [gramo/kilómetro recorrido por el vehículo (g/VKT)].
- k= multiplicador de tamaño de partícula.
- a, b = exponentes de tamaño de partícula.
- s = contenido de limo (%) del material sobre la ruta de acarreo.

- W= peso medio del vehículo (ton).
- p= número de días con un mínimo de 0,254 mm de precipitación al año (para cálculos en base diaria, corresponde al número de horas en un día).
- 281,9 = factor de conversión aplicado a la base del factor de emisión de libras por milla recorrida por vehículo (lb/VMT) a (g/VKT).
- % eficiencia del control = porcentaje de eficiencia en la reducción de las emisiones de polvo.

El multiplicador de tamaño de partícula "k", está basado en el multiplicador que recomienda la USEPA cuyos valores son de 1,5 y 0,15 para las emisiones estimadas de PM-10 y PM-2,5, respectivamente. El exponente de partícula "a" es 0,7 para PM-10 y 0,9 para PM-2,5; mientras que el exponente de partícula "b" es 0,45 para todas las fracciones de material particulado.

El contenido de limo se obtuvo del promedio de los resultados granulométricos presentados en el estudio de suelo del EIA de Cerro Quema (enero 2015). Estos resultados se detallan en el Tabla 2 del Apéndice B.

Las siguientes vías no pavimentadas fueron identificadas en base a la información obtenida de Pershimco:

- Ruta 1 – Tajo abierto La Pava al botadero de desmonte
- Ruta 2 – Tajo abierto La Pava a la Chancadora Primaria
- Ruta 3 – Ruta de Transporte

Para las emisiones medias anuales, se consideró por lo menos 0,254 mm de precipitación (p) en 257 días en un año, en base a la data de precipitación de la data meteorológica del MM5. Para el cálculo de emisiones diarias (24 h) se consideró que no ocurrirían precipitaciones a fin de no atenuar las concentraciones bajo un enfoque conservador.

Una lista de los principales tipos de vehículos y equipos que serán utilizados durante el funcionamiento en el año 4 se presentan en la Tabla 3 del Apéndice B y C. La base para estimar el número de vehículos y distancias de viaje se presentan en la Tabla 4 del Apéndice B y C. El cálculo de emisiones de las vías afirmadas se presentan en la Tabla 5 del Apéndice B y C.

3.3 *Emisiones de tubo de escape del tráfico en rutas de acarreo*

La combustión del gasóleo en los motores de los camiones de transporte genera PM-10 y PM-2.5, que se emite desde el tubo escape del motor. Estas emisiones se calcularon utilizando factores de emisión, en unidades de gramos por caballos de fuerza por hora (g/hp-h), siguiendo el procedimiento del modelo NONROAD para motores de vehículos que no transitan por accesos (USEPA 2008). Dado que los factores de emisión se encuentran en g/hp-h, éstos se pueden aplicar a los tamaños de motores específicos (en hp) para estimar las tasas por hora de emisión.

Los factores de emisión (g/hp-h) han sido multiplicados por la potencia de funcionamiento del motor (hp) y luego divididos por la velocidad promedio del vehículo, para obtener los factores de emisión sobre una base por kilómetro (g/h/km), los cuales se multiplicaron por los kilómetros recorridos por vehículo (VKT, por sus siglas en inglés) para cada sección de ruta. Como resultado se obtuvo las emisiones estimadas para los camiones de transporte para cada sección de carretera en kg/h.

En la Tabla 6 del Apéndice B y C se presenta el cálculo detallado de las emisiones de PM-10 y PM-2,5 provenientes de los tubos de escape de los camiones de transporte.

3.4 *Emisiones Fugitivas de Polvo por Actividades de Transferencia de Material*

Las emisiones de partículas fugitivas serán generadas por las diversas actividades de manejo de materiales, tales como la carga de mineral y desmonte mediante los camiones de transporte y la transferencia de material de un área de actividad a otra.

Para la estimación de los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 de estas actividades, se utilizó la ecuación de transferencia de material en lote o en forma continua recomendada por la USEPA (2006) en la Sección 13.2.4 del documento AP 42, la cual se presenta a continuación:

E = k (0,0016) (U/2,2)1,3 / (M/2)1,4 x (100% – % eficiencia del control)

Donde:

- E = factor de emisión, kilogramo por Megagramo de material (kg/Mg).
- k = multiplicador de tamaño de partícula.
- U = velocidad media del viento [metros por segundo (m/s)].
- M = contenido de humedad del material (%).
- % eficiencia del control = porcentaje de eficiencia en la reducción de las emisiones de polvo.

El multiplicador de tamaño de partícula "k", corresponde al multiplicador recomendado por la USEPA y tiene un valor de 0,35 para emisiones de PM-10 y 0,053 para las emisiones de PM-2,5.

La media y la velocidad máxima de los vientos diarios se obtuvieron a partir de los datos meteorológicos del MM5. Las velocidades del viento anuales y diarias medias son de 3,2 m/s y 4,1 m/s, respectivamente. La velocidad del viento diario se basa en el 90º percentil de velocidades de viento medias diarias con el fin de proporcionar una velocidad del viento representativo que pudiera ocurrir durante el día.

El contenido de rendimiento y de humedad del material se obtuvieron de diagrama de flujo y criterios de procesamiento proporcionados por Pershimco. La información detallada sobre las emisiones de polvo fugitivo por el manejo de las materiales se presentan en la Tabla 7 del Apéndice B y C.

3.5 *Emisiones Fugitivas de Polvo por Erosión Eólica*

Las emisiones fugitivas de polvo son generadas por la erosión eólica durante el almacenamiento continuo de material, y también en zonas expuestas frecuentemente disturbadas. Los factores de emisión se obtuvieron a partir de la ecuación en la Sección 2.3.1.3.3 del manual de polvo fugitivo (USEPA 1992), la cual se presenta a continuación:

$$\mathbf{E = k\ (1,9)\ (s/1,5)\ [(365\ p)/235]\ (f/15)\ x\ (100\% - \%\ eficiencia\ del\ control)}$$

Donde:

- E = factor de emisión (kg/día/ha).
- k = multiplicador de tamaño de partícula.
- S = contenido de limo del material (%).
- P = número de días con un mínimo de 0,254 mm de precipitación al año (para cálculos en base diaria, corresponde al número de horas en un día).
- F = porcentaje del tiempo que la velocidad de viento sin obstáculos excede los 5,4 m/s a la altura media de almacenamiento.

El multiplicador de tamaño de partícula "k", corresponde al multiplicador recomendado por la USEPA que tienen valores de 1 y 0,50 para las estimaciones de emisiones de PM y PM-10, respectivamente. La tasa de emisión de PM-2,5 se basó en una relación de PM-2,5/PM-10 que es 0,15 (WRAP 2006). Cabe mencionar que no se asumió ninguna medida de control para la estimación de este tipo de emisiones.

La frecuencia anual de velocidades de viento que fueron mayores a 5,4 m/s fue de 8%, mientras que la frecuencia diaria fue de 33,3% (es decir, alrededor de 8 h en un día sobre la base del percentil 90 de las horas diarias).

En la Tabla 8 del Apéndice B y C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas, los cálculos y las áreas sujeto de erosión eólica por almacenamiento de material.

3.6 *Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Voladuras*

Las actividades de voladura se llevaran a cabo en los tajos abiertos La Pava y La Quema. Las voladuras serán realizadas aproximadamente al medio día. Los factores de emisión de material particulado utilizados para las voladuras fueron estimados a partir de la ecuación publicada en la Sección 11.9 del documento AP-42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

$$\mathbf{E = 0,00022\ (A)^{1,5}}$$

Donde:
E = factor de emisión (kg/voladura).
A = área horizontal de minado (m^2).

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM:

PM-10 = 0,52 x PM
PM-2,5 = 0,03 x PM

El área de la explosión horizontal fue estimada en base a la transferencia de material diario a la planta de procesos, con una profundidad de voladura asumida de 8 m. No se consideró ninguna medida de control para esta actividad.

En la Tabla 9 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las voladuras.

3.7 *Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Perforaciones*

Antes de cada voladura, los agujeros se perforarán como una preparación para cada explosión en los tajos abiertos.

Las emisiones fugitivas de polvo de las actividades de perforación se calcularon utilizando factores de emisión previstos en la Tabla 2 del Manual Técnico de Cálculo de Emisiones para Minería del Gobierno de Australia (Environment Australia 2012).

(Para PM), E = 0,59 kg/ agujero
(Para PM-10), E = 0,31 kg/agujero

Donde:
E = factor de emisión (kg/agujero).

La tasa de emisión de PM-2,5 se basó en una relación de PM-2,5/PM-10 que es 0,10 (WRAP 2006). Cabe mencionar que no se ha considerado ninguna medida de control para la estimación de este tipo de emisiones.

PM-2,5 = 0,10 x PM-10

En la Tabla 10 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las perforaciones.

3.8 *Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas de las Actividades de Movimiento de Material con Bulldozers*

Los factores de emisión para el material particulado que han sido estimados para este tipo de actividades se derivaron de la ecuación descrita en la Sección 11.9 del documento AP-42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

(Para PM), $E = 2,6\ (s)^{1,2}/(M)^{1,3}$
(Para PM-15), $E = 0,45\ (s)^{1,5}/(M)^{1,4}$

Donde:
- E = factor de emisión (kg/h).

- S = contenido de limo (%).
- M = contenido de humedad del material (%).

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM-15 y PM, respectivamente:

PM-10 = 0,75 x PM-15
PM-2,5 = 0,105 x PM

Cabe mencionar que para la estimación de las tasas de emisión no se ha considerado ninguna medida de control de polvo.

En la Tabla 11 del Apéndice B y la Tabla 9 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las actividades de movimiento de material con tractores tipo bulldozers.

3.9 *Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por las Actividades de Nivelación*

Los factores de emisión de polvo fugitivo estimados se derivaron de la ecuación descrita en la Sección 11.9 del documento AP 42 (USEPA 2006), la cual se presenta a continuación:

(Para PM), E = 0,0034 (S)2,5

(Para PM-15), E = 0,0056 (S)2,0

Donde:

- E = factor de emisión (kg/VKT);
- S = velocidad promedio de la niveladora (km/h); y

Los factores de emisión de PM-10 y PM-2,5 se basan en los factores de emisión de PM-15 y PM, respectivamente:

PM-10 = 0,60 x PM-15

PM-2,5 = 0,031 x PM

Para los cálculos se consideró una velocidad promedio de 5 km/h. En relación a la distancia recorrida por cada niveladora por día, se consideró que el recorrido era igual al largo del perímetro de las áreas en mención. No se consideró ninguna medida de control en las estimaciones.

En la Tabla 12 del Apéndice B y la Tabla 10 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por las actividades de nivelación.

3.10 *Emisiones Fugitivas de Polvo Generadas por Procesamiento del Mineral*

Las emisiones de polvo fugitivo se generan a partir de las operaciones de procesamiento de mineral grueso en la planta de procesamiento, que incluye la trituración primaria y secundaria.

Se estimaron las emisiones de PM para las operaciones de trituración utilizando la siguiente trituración primaria y factores de emisión para la industria de productos minerales del Manual de polvo fugitivo de WRAP (Capítulo 11):

Para PM, E= 0.25 kg/Mg

Para PM10, E= 0.025 kg/Mg

Donde: E = factor de emisión (kg/Mg).

Se estimaron las emisiones sobre la base de la relación de PM-2.5/PM10 recomendada por el WRAP que es 0,15 para la industria de productos minerales. Se utilizara rociado de agua para controlar las emisiones de polvo fugitivo de las operaciones de trituración. Una eficiencia de control del 60 por ciento se utilizó en base a la recomendación de la USEPA en las eficiencias de control para el riego en un espacio abierto.

En la Tabla 13 del Apéndice B se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de estas emisiones fugitivas generadas por el procesamiento de mineral para el año 4 de operación.

3.11 *Emisiones No Fugitivas Derivadas de Motores Diésel de Equipos que No Transitan por Accesos*

Las emisiones de los tubos de escape de los motores diésel que no transitan por las rutas de acarreo durante la etapa de operación del Proyecto, fueron estimadas utilizando el Modelo NONROAD de la USEPA. Para calcular las tasas de emisión de la combustión interna (CI) de los motores utilizados en la etapa de operación, se empleó la información de los factores de emisión del tubo de escape del modelo NONROAD. Se consideró que todas las emisiones de partículas son de PM-10 y todas las emisiones de PM-10 son PM-2,5.

Para calcular los factores de emisión de los parámetros mencionados, se inició con un estado estacionario cuyos factores de emisión no se encontraban ajustados; luego éstas se ajustaron utilizando factores transitorios, de deterioro y de contenido de azufre del combustible. Todos estos procedimientos fueron realizados tomando en cuenta los pasos para el cálculo de factores de emisión del modelo NONROAD (USEPA 2008). Es importante mencionar que no se han realizado ajustes adicionales para la temperatura, altitud o para otros parámetros de las características del combustible.

Factores de Emisión Ajustados = FED x FTA x DF – Ajuste por Contenido de Azufre (SPM adj)

El ajuste apara el contenido de azufre se realizó mediante la siguiente ecuación:

SPM adj = BSFC x 453,6 x 7,0 x soxcnv x 0,01 x (soxbas - soxdsl)

Donde:

soxcnv = 0,02247 (gramos de sulfuro en PM/gramos de azufre en el combustible consumido).

soxbas = 0,33 (certificación por defecto del porcentaje del peso de azufre del combustible en motores diesel).

Soxdsl = 0,5 (nivel máximo de azufre en el combustible diésel del Perú, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, Agosto 2011).

BSFC = Mínimo consumo específico del combustible (Break Specific Fuel Consumption).

Los factores de emisión (g/hp-h) se aplicaron a la potencia nominal de los motores diésel para estimar las tasas de emisión en kg/h. Las clasificaciones de potencia se obtuvieron a partir de las especificaciones técnicas del fabricante de los motores diésel.

En la Tabla 14 del Apéndice B y la Tabla 11 del Apéndice C se presenta el detalle de la información utilizada para la estimación de los ajustes de los factores de emisión.

3.12 *Emisiones de HCN y Hg*

La estimación de las emisiones de HCN y Hg han sido calculadas de acuerdo a las recomendaciones de la USEPA y las técnicas presentadas en el AP-42 (USEPA, 2006). Estas emisiones han sido presentadas a la ANAM en un memorándum técnico con fecha 21 de Diciembre del 2015 (Apéndice D) y han sido utilizadas para efectuar el modelamiento de estos parámetros con AERMOD.

Los factores de emisión de HCN se basan en el flujo de HCN en gramos por metro cuadrado por segundo ($g/m^2/s$) a partir de cada categoría de fuente. Por lo tanto, las emisiones de HCN de la operación minera Cerro Quema se estimaron sobre la base de las áreas (m^2) de las diferentes categorías de fuentes, las cuales se resumen en la Tabla 1 del Apéndice D. La información sobre el área de las superficies activas e inactivas de la plataforma de lixiviación en pilas, pozas de solución rica, pozas de eventos fueron proporcionados por PRO, mientras que el área de los tanques se estimaron en base a estudios de la literatura de otras minas de oro.

Las emisiones de mercurio procedentes de fuentes puntuales como el horno de carbono, extracción electrolítica, horno y retorta de mercurio, y también de las fuentes fugitivas incluyendo las superficies activas e inactivas de la pila de lixiviación. En la Tabla 2 del Apéndice D resume tanto las emisiones de fuentes fijas y las emisiones fugitivas. Las emisiones de mercurio procedentes de fuentes puntuales se

calcularon en base al rendimiento del concentrado aurífero de la retorta de mercurio y el factor de emisiones en libras por tonelada de concentrado (lb / ton). La información concentrado rendimiento fue proporcionado por PRO y los factores de emisión se obtuvieron del informe titulado "Desarrollo de los MACT para el límite de NEASHAP para el procesamiento de mineral en Mina de Oro de " (EPA, 2010).

Las emisiones de mercurio se basaron en el flujo en gramos por metro cuadrado por segundo ($g/m^2/s$) de las superficies activas e inactivas de la plataforma de lixiviación.

Durante la etapa de post-cierre el equipo de combustión de combustible no estará operando; sin embargo se espera que la plataforma de lixiviación siga operando durante un período de 6 meses y por lo tanto, se esperan que se generen emisiones fugitivas de Hg durante las actividades de cierre. Todas las emisiones de HCN están asociadas a la plataforma de lixiviación, por lo que también se espera emisiones de HCN durante los primeros 6 meses en el post-cierre. En ese sentido, se asume en forma conservadora que las emisiones de mercurio y HCN durante el post-cierre serán iguales o menores que las emisiones de estos mismos parámetros durante la etapa de operación.

4.0 METODOLOGIA DE MODELAMIENTO

Se pronosticaron las concentraciones ambientales de material particulado (PM-10 and PM-2,5), HCN y Hg, utilizando el modelo de dispersión de aire AERMOD (versión No. 15181). Las siguientes secciones describen las consideraciones y las opciones de modelamiento que se utilizaron.

4.1 *Opciones utilizadas en el modelo AERMOD*

Para este estudio se seleccionó el Modelo de Dispersión de la Sociedad Meteorológica Americana y el Modelo Normativo de la US EPA (AERMOD). El modelo AERMOD (Versión 15181) se encuentra a disposición en la página Web de la US EPA, Centro de Soporte para los Modelos de Aire Normativos (SCRAM) dentro de la Red de Transferencia de Tecnología (TTN).

El AERMOD puede ser empleado para predecir concentraciones de contaminantes en los receptores ubicados dentro de los 50 km de una fuente y calcular concentraciones horarias sobre la base de datos meteorológicos horarios. Asimismo, es aplicable para la mayor parte de escenarios ya que sus algoritmos científicos permiten simular el comportamiento de la pluma en todos los tipos de terreno (plano, semi-complejo y complejo). En relación al estudio de modelamiento, se empleó AERMOD para predecir las concentraciones máximas para cada uno de los receptores evaluados en las áreas cercanas y circundantes a las plataformas.

La US EPA ha desarrollado numerosas investigaciones relacionadas con modelos de dispersión de contaminantes y ha establecido recomendaciones para el modelamiento de condiciones rurales. En ese sentido, AERMOD ha especificado características del modelo recomendadas por US EPA para

aplicaciones de modo rural y se denominan opciones normativas por defecto en el modelo, las cuales se listan a continuación:

- elevación final de la pluma en los lugares receptores;
- lavado descendente del cubo de la chimenea;
- dispersión inducida por flotación;
- coeficientes de perfil de velocidad del viento por defecto para el modo rural;
- gradientes de temperatura potencial vertical por defecto; y
- procesamiento del viento en calma.

La USEPA ha actualizado recientemente el tratamiento de condiciones de velocidad del viento en AERMOD. Se entiende bien que AERMOD, que es un modelo de pluma Gaussiana en estado estacionario y utiliza los datos de viento promedio sobre 1 hora período de las concentraciones previstas cuando las velocidades del viento cerca del suelo son comparables a la desviación estándar de las fluctuaciones de velocidad horizontal (Rendimiento de los modelos de dispersión en estado estacionario en condiciones de baja velocidad del viento, Qian y Venkatram, diciembre de 2010), que es el caso de las fuentes cercanas a la tierra a velocidades de viento bajas. Para abordar esta cuestión, la USEPA ha incorporado recientemente dos nuevas opciones beta (no predeterminados) - la opción LOWWIND1 aumenta el valor mínimo de sigma-v, que es el componente de la velocidad turbulenta horizontal de 0,2 m/s a 0,5 m/s y desactiva la componente de meandro horizontal y la opción LOWWIND2, la cual aumenta el valor mínimo de sigma-v de 0,2 a 0,3 m / s, e incorpora el componente de meandro.

La opción LOWWIND2 permite el ajuste del parámetro sigma-v de 0,01 a 1,0 m/s y la velocidad del viento mínima entre 0,01 a 1,0 m/s. El factor de meandro horizontal se puede ajustar de 0,5 a 1,0. Varios estudios han sido publicados recientemente para evaluar las opciones, donde se llegó a la conclusión de que el valor mínimo sigma-V de 0,4 m/s mejora sustancialmente el rendimiento del modelo.

La opción LOWWIND 2 se utilizó para predecir los impactos de la operación minera Cerro Quema. Se utilizó el mínimo sigma-v de 0,4 m/s y un factor de meandro de 0,95.

4.2 *Topografía*

La elevación del terreno de la zona minera es compleja y varía entre aproximadamente 300 m a 500 m. Se utilizó el pre-procesador AERMAP para procesar los archivos digitales de elevación de 90 m obtenidos de Lakes Environmental, del cual se extrajo la escala de elevación de las montañas, así como la altura de los receptores y fuentes.

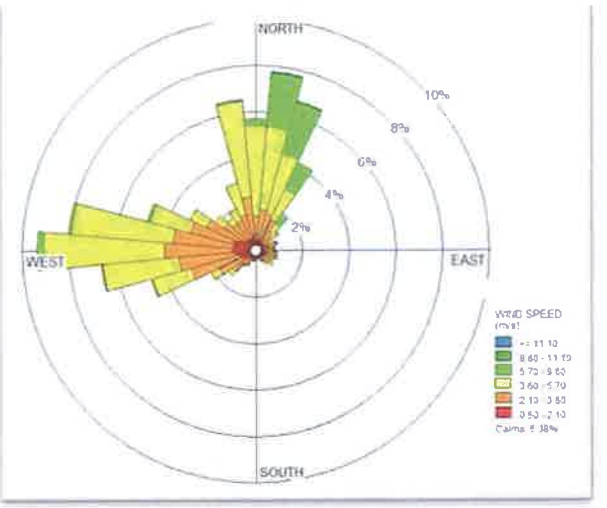
4.3 *Procesamiento de Data Meteorológica*

El pre-procesador meteorológico AERMET se utilizó para preparar los datos horarios de superficie y el perfil de la superficie, los cuales fueron pre-procesados desde la data meteorológica de altura comprados

de Lakes Environmental. Lakes preparo los datos de superficie y altitud por hora para el período del 1 de enero al 31 de diciembre 2014, en base a los 12 km resolución de los archivos del modelo de mesoescala MM5. AERMET también requirió características de uso del suelo, tales como albedo, la relación de Bowen, y la rugosidad de la superficie de la zona que rodea a los datos meteorológicos de superficie. Las características de uso de suelo por defecto para los bosques de coníferas varían según la estacionalidad, el cual se utilizó en el análisis como uso de suelo tipo en base a la biblioteca incorporada en el AERMET. Se consideró que la época seca es de mayo a noviembre y la época húmeda de diciembre a abril.

En la Figura 1 se presenta la rosa se vientos anual a nivel de la superficie extraída de los datos meteorológicos del MM5.

Figura 1: Rosa de Vientos del Área de Estudio – MM5



4.4 *Receptores*

Los receptores de cuadrícula cartesiana uniformes fueron colocados en el área de estudio de la mina Cerro Quema, con una separación de 250 m cubriendo todo el dominio del para generar curvas de nivel de concentración. Además, Golder consideró los receptores más cercanos (comunidades) a la mina (4,5 km y 5 km).

En la Tabla 3 se muestran los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras de Cerro Quema.

Tabla 3: Ubicación de los Receptores

Receptor	Ubicacion		
	Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7
R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119
R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105

4.5 *Estándares de Calidad del Aire*

Desde que Panamá no cuenta con estándares de calidad del aire, Golder comparo los impactos resultantes con los estándares nacionales de calidad ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (NAAQS, por sus siglas en ingles) de la USEPA. Estos estándares pueden ser primarios o secundarios. Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles" como los asmáticos, los niños y los ancianos. Las normas secundarias proporcionan la protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios. En el Tabla 4 se presenta los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cubico.

Tabla 2: Estándares de Calidad del Aire

Parámetro	Periodo	USEPA (ug/m^3)	Guías de la OMS (ug/m^3)
PM-10	24 horas	150[a]	50[e]
	Anual	NA[b]	20
PM-2,5	24 horas	35[c]	25[e]
	Anual	12[d]	10

[a] No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años
[b] USEPA revoco el estándar de promedio anual de PM-10 desde el 2006
[c] Percentil 98 para un promedio de 3 años
[d] Media anual para un promedio de 3 años
[e] Basado en el percentil 99

5.0 Resultados de Modelamiento e Impactos –

5.1 *Material Particulado*

5.1.1 Etapa de Operación

Los resultados del modelamiento de PM-10 y PM-2.5 asociados a la etapa de operación del año 4 se presentan en la Tabla 1 del Apéndice E. Se añadieron a los resultados de 24 horas y anuales de PM-10 y PM-2,5 la línea base monitoreada en los receptores para la obtención del impacto total. Estos impactos totales para cada parámetro fueron comparados con los estándares de calidad del aire de la USEPA y las guías de la OMS. Como se muestra en la Tabla 1 del Apéndice E, los impactos totales están muy por debajo de las normas respectivas para cada periodo.

Las concentraciones de fondo se obtuvieron de las campañas de monitoreo de calidad del aire de PM-10 realizado en cinco receptores cerca de Cerro Quema, en mayo de 2014. Dado que el monitoreo solo se llevó a cabo durante las 24 horas, la concentración máxima monitoreada se utilizó como 24 horas y la concentración mínima como concentración anual de fondo. De igual manera, se estimaron las concentraciones de fondo para PM-2.5, las cuales fueron basadas en un 15% de las concentraciones de fondo de PM-10.

En las Figuras 1, 2, 3 y 4 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento asociadas a la etapa de operación del proyecto para los parámetros de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual.

5.1.2 Etapa de Post-Cierre

Los resultados del modelamiento de PM-10 y PM-2,5 asociados a la etapa de post-cierre se presentan en la Tabla 1 del Apéndice F. Se añadieron a los resultados de 24 horas y anuales de PM-10 y PM-2,5 la línea base monitoreada en los receptores para la obtención del impacto total. Estos impactos totales para cada parámetro fueron comparados con los estándares de calidad del aire de la USEPA y las guías de la OMS. Se observa en la Tabla 1 del Apéndice F que los impactos totales están muy por debajo de las normas respectivas. Las concentraciones de fondo no modelo se obtuvieron de la campaña de monitoreo de calidad del aire de PM-10, tal como se realizó en la etapa de operación.

En las Figuras 5, 6, 7 y 8 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento asociadas a la etapa de post-cierre del proyecto para los parámetros de PM-10 y PM-2.5 para 24 horas y anual.

5.2 *HCN y Hg*

Los máximos impactos de HCN y Hg en los receptores sensibles se presentan en la Tabla 2 del Apéndice E y F. Se estima que las tasas de emisión de HCN y de Hg durante la operación de la mina y el post-cierre serán las mismas para ambos escenarios teniendo en cuenta una posición conservadora. Como se ha descrito en la Sección 3.12, este supuesto se basa en que la pila de lixiviación seguirá operando después

que hayan finalizado las operaciones mineras por un tiempo aproximado de 6 meses durante la etapa de post-cierre.

Desde que Panamá ni la OMS han desarrollado valores guía o estándares para estos parámetros, se ha adoptado las políticas de contaminantes peligrosos industriales del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en ingles). Esta agencia sugiere que las concentraciones horarias máximas modelados deberían ser comparadas con los valores de concentraciones agudas en el aire (AAAC, por sus siglas en ingles), mientras que las concentraciones anuales modeladas deben ser comparadas con las concentraciones ambientales crónicas en el aire (CAAC). Golder utilizo estos umbrales máximos para evaluar los impactos de las emisiones de HCN y Hg desde el proyecto Cerro Quema. Las concentraciones de HCN y Hg se encuentran por debajo de estos estándares.

En las Figura 9 y 10 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento de HCN y Hg, respectivamente.

5.3 *Estudio de Deposición*

El modelo AERMOD se utilizó para predecir el flujo de deposición anual total (en g/m^2), que incluye tanto el flujo de deposición seca y húmeda para PM-10. Los resultados de deposición de PM-10 fueron utilizados para estimar la deposición de elementos traza metálicos, que pueden estar contenidos en el polvo fugitivo y así poder evaluar los impactos potenciales para el suelo y la vegetación. Las muestras de suelo obtenidas a diferentes profundidades de los futuros tajos abiertos de la Pava y La Quema se analizaron para obtener metales traza y la mayor concentración de las muestras recogidas cerca de la superficie (entre las profundidades de 1 y 10 m) se utilizaron en el análisis. Se asumió que el polvo fugitivo de PM-10 contenía la misma concentración de los elementos traza, que se aplicó a los resultados de deposición de PM-10 para estimar la deposición de metales. Las guías de calidad para la protección de la salud humana y del medio ambiente del suelo canadiense (CCME, por sus siglas en inglés) proporciona umbrales para la agricultura como tipo de uso desuelo, el cual se utilizó para evaluar los resultados máximos de deposición pronosticados en las ubicaciones de los receptores sensibles. Asimismo, se asumió de forma conservadora que todos los elementos metálicos son absorbidos en 1 cm superiores del suelo. Los resultados de la deposición con respecto al polvo fugitivo de PM-10 se presentan en la Tabla 3 y en la Tabla 4 del Apéndice E y F se muestra los máximos impactos de deposición para los elementos metálicos, los cuales son inferiores a los valores guía de la CCME.

En las Figura 11 del Apéndice G se muestran las isopletas del modelamiento de deposición de PM-10.

APÉNDICE A

1539
1540

TABLA 1
RESUMEN DE EMISIONES DE PM10 Y PM2,5
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Puntos de Emision ID	Descripcion	Emisiones de PM_{10} 24-Horas (kg/h)	Emisiones de PM_{10} Anual (tonnes/yr)	Emisiones de $PM_{2,5}$ 24-Horas (kg/h)	Emisiones de $PM_{2,5}$ Anual (tonnes/yr)
Vias Afirmadas					
UP1A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	94.154	167.155	14.437	25.630
UP1B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	22.418	39.799	3.437	6.102
UP2A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	86.563	153.678	13.273	23.564
UP2B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	33.293	59.107	5.105	9.063
UP3	Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	3.322	5.898	0.509	0.904
MSC1	Tajo Abierto La Pava	4.897	8.694	0.751	1.333
MSC2	Tajo Abierto La Quema	3.075	5.460	0.472	0.837
MSC3	Botadero de Desmonte	1.128	2.003	0.173	0.307
MSC4	Pilas de Lixiviacion	1.128	2.003	0.173	0.307
MSC5	Plataforma de Procesamiento	0.415	0.737	0.064	0.113
		250.393	**444.533**	**38.394**	**68.162**
Emisiones de los Tubos de Escape del Tráfico de Camiones de Acarreo en Rutas Afirmadas					
UP1A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	0.067	0.480	0.067	0.480
UP1B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	0.016	0.114	0.016	0.114
UP2A	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	0.061	0.441	0.061	0.441
UP2B	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	0.024	0.170	0.024	0.170
UP3	Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	0.001	0.004	0.001	0.004
		0.168	**1.208**	**0.168**	**1.208**
Emisiones del Tubo de Escape de Motores fuera de Ruta					
MSC1	Tajo Abierto La Pava	1.088	7.831	1.088	7.831
MSC2	Tajo Abierto La Quema	2.147	15.461	2.147	15.461
MSC3	Botadero de Desmonte	0.167	1.206	0.167	1.206
MSC4	Pilas de Lixiviacion	0.165	1.186	0.165	1.186
MSC5	Plataforma de Procesamiento	0.081	0.585	0.081	0.585
		3.648	**26.269**	**3.648**	**26.269**
Manejo de Material					
TF1	Manejo de Material en el tajo de La Pava	0.729	1.516	0.109	0.227
TF2	Manejo de Material en el tajo de La Quema	0.443	0.921	0.066	0.138
TF3	Manejo de Material en el Botadero de Desmonte	0.545	1.133	0.082	0.170
TF4	Stockpile de Emergencia	0.007	0.014	0.001	0.002
TF5	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de D	0.443	0.921	0.066	0.138
TF6	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de D	0.443	0.921	0.066	0.138
TF7	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de D	0.443	0.921	0.066	0.138
TF8	Manejo de Material en el Stockpile de Desmonte	0.253	0.525	0.038	0.079
TF9	Manejo de Material en el Stockpile de Ore	0.190	0.396	0.029	0.059
TF10	Manejo de Material 1 en la Chancadora Primaria	0.515	1.304	0.077	0.196
TF11	Manejo de Material 2 en la Chancadora Primaria	0.247	0.626	0.037	0.094
TF12	Manejo de Material en la Chancadora Secundaria	0.247	0.626	0.037	0.094
TF13	Transferencia de Material desde la caida de la Faja a la Pila de Lixi	0.306	0.775	0.046	0.116
TF14	Desde el Stacker deOre al Stockpile en la plataforma de lixiviacion	0.235	0.596	0.035	0.089
TF15	Manejo de Mtarial en la Pila de Lixiviacion	1.177	2.978	0.177	0.447
		6.224	**14.172**	**0.934**	**2.126**
Procesamiento de Material					
MP1	Chancadora Primaria	1.729	15.147	0.259	2.272
MP2	Chancadora Secundaria	1.729	15.147	0.259	2.272
		3.458	**30.295**	**0.519**	**4.544**
Actividades de Bulldozing					
BD 1	Tajo Abierto La Pava	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 2	Tajo Abierto La Quema	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 3	Botadero de Desmonte	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 4	Pila de Emergencia	6.043	43.512	0.906	6.527
BD 5	Stockpile de Ore	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 6	Stockpile de Desmonte	9.438	67.957	1.416	10.193
BD 7	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	4.312	31.044	0.647	4.657
BD 8	Plataforma de Lixiviacion	4.312	31.044	0.647	4.657
		61.659	**445.383**	**9.279**	**66.807**
Actividades de Nivelacion					
GD1	Tajo Abierto La Pava	0.420	3.024	0.029	0.212
GD2	Tajo Abierto La Quema	0.420	3.024	0.029	0.212
GD3	Botadero de Desmonte	0.420	3.024	0.029	0.212
GD4	Plalaforma de Lixiviacion	0.420	3.024	0.029	0.212
		1.680	**12.096**	**0.118**	**0.848**
Voladuras					
B1	Voladura en el Tajo La Pava	5.469	1.969	0.316	0.114
B2	Voladura en el Tajo La Quema	2.591	0.933	0.149	0.054
		8.061	**2.902**	**0.465**	**0.167**
Perforacion					
DR1	Perforacion en el tajo La Pava	1.860	13.392	0.186	1.339
DR2	Perforacion en el tajo La Quema	1.860	13.392	0.186	1.339
		3.720	**26.784**	**0.372**	**2.678**
Erosion Eolica					
WE1	Botadero de Desmonte	0.354	0.183	0.053	0.027
WE2	Pila de Emergencia	0.785	0.406	0.118	0.061
WE3	Stockpile de Ore	0.240	0.124	0.036	0.019
WE4	Stockpile de Desmonte	0.316	0.164	0.047	0.025
WE5	Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	0.825	0.427	0.124	0.064
		2.521	**1.303**	**0.378**	**0.196**
Colectores de Polvo y Fuentes de Combustion					
DC1	Baghouse (Horno Campana)	0.428	3.750	0.428	3.750
F1	Horno de Fundicion	0.009	0.075	0.009	0.075
F2	Regeneracion de Carbon	0.006	0.051	0.006	0.051
F3	Retortas de Mercurio	0.048	0.420	0.048	0.420
F4	Celdas de Electrowinning	0.020	0.175	0.020	0.175
F5	Calentador de Agua	0.334	2.925	0.334	2.925
F6	Generador a Diesel No 1	0.724	6.342	0.724	6.342
F7	Generador a Diesel No 2	0.724	6.342	0.724	6.342
		2.292	**20.079**	**2.292**	**20.079**
	TOTAL	**344.023**	**1,025.024**	**56.566**	**193.085**

TABLE 2
RESUMEN DE EMISIONES DE PM10 Y PM2,5
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO CERRO QUEMA

Puntos de Emision		Emisiones de PM_{10}		Emisiones de $PM_{2,5}$	
ID	Descripcion	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)	24-Horas (kg/h)	Anual (tonnes/yr)
Vias Afirmadas					
UP1A	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	5.46	12.26	0.84	1.88
UP2A	Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	5.46	12.26	0.84	1.88
UP3A	Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	5.27	11.83	0.81	1.81
UP4A	Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	7.53	16.90	1.15	2.59
UP5A	Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	12.05	27.04	1.85	4.15
MSC1	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	1.69	7.60	0.26	1.17
MSC2	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF	1.69	7.60	0.26	1.17
		39.17	**95.49**	**6.01**	**14.64**
Emisiones de los Tubos de Escape del Tráfico de Camiones de Acarreo en Rutas Afirmadas					
UP1A	Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	0.003	0.011	0.003	0.011
UP2A	Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	0.003	0.011	0.003	0.011
UP3A	Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	0.003	0.010	0.003	0.010
UP4A	Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	0.004	0.015	0.004	0.015
UP5A	Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	0.007	0.024	0.007	0.024
		0.019	**0.070**	**0.019**	**0.070**
Emisiones del Tubo de Escape de Motores fuera de Ruta					
MSC1	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	0.335	1.206	0.335	1.206
MSC2	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF	0.329	1.186	0.329	1.186
		0.664	**2.391**	**0.664**	**2.391**
Manejo de Material					
TF1	Material Handling at Topsoil Pile 1	0.058	0.060	0.009	0.009
TF2	Material Handling at Topsoil Pile 2	0.058	0.060	0.009	0.009
TF3	Material Handling at Topsoil Pile 3	0.096	0.100	0.014	0.015
TF4	Material Handling at Topsoil Pile 4	0.096	0.100	0.014	0.015
TF5	Material Handling at Topsoil Pile 5	0.096	0.100	0.014	0.015
TF6	Material Handling at WRD	0.115	0.120	0.017	0.018
TF7	Material Handling at HLF	0.289	0.301	0.043	0.045
		0.809	**0.841**	**0.121**	**0.126**
Actividades de Bulldozing					
BD 1	Bulldozing at WRD	9.438	33.978	1.416	5.097
BD 2	Bulldozing at HLF	4.312	15.522	0.647	2.328
		13.750	**49.500**	**2.063**	**7.425**
Actividades de Nivelacion					
GD1	Grading at WRD	1.680	6.048	0.118	0.424
GD2	Grading at HLF	1.680	6.048	0.118	0.424
		3.360	**12.096**	**0.236**	**0.848**
Erosion Eolica					
WE1	Topsoil Pile 1	1.108	1.429	0.166	0.214
WE2	Topsoil Pile 2	1.108	1.429	0.166	0.214
WE3	Topsoil Pile 3	1.970	2.540	0.296	0.381
WE4	Topsoil Pile 4	1.970	2.540	0.296	0.381
WE5	Topsoil Pile 5	1.970	2.540	0.296	0.381
WE4	WRD	1.970	2.540	0.296	0.381
WE5	HLF	7.881	10.160	1.182	1.524
		17.980	**23.178**	**2.697**	**3.477**
	TOTAL	**75.8**	**183.6**	**11.8**	**29.0**

APÉNDICE B

TABLA 1 (Pagina 1 de 2)
MOVIMIENTO DE MATERIAL MINERO POR AÑO
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Año de Operación	Movimiento de Material (t/yr) [a]						
	Tajo Abierto La Pava		Tajo Abierto La Quema				
	①→③	①→④	②→③	②→④			
	Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte	Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora	Desmonte desde el tajo La Quema hacia botadero de desmonte	Mineral desde el tajo La Quema hacia la chancadora	Mineral Total de los Tajos Abiertos	Desmonte Total de los Tajos Abiertos	Material Total de los Tajos Abiertos
1	966.44	1,699.59	1,284.63	2,103.02	3,802.61	2,251.07	6,053.68
2	2,721.80	3,817.99	---	---	3,817.99	2,721.80	6,539.79
3	3,114.91	3,847.10	---	---	3,847.10	3,114.91	6,962.01
4	1,764.07	2,636.68	1,525.38	1,149.15	3,785.83	3,289.45	7,075.28
5	310.71	1,287.38	1,196.23	2,235.07	3,522.45	1,506.94	5,029.39
Total	8,877.93	13,288.74	4,006.24	5,487.25	18,775.98	12,884.17	31,660.15
Máximo	3,114.91	3,847.10	1,525.38	2,235.07	3,847.10	3,289.45	7,075.28

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

1513
1542

TABLA 1 (Pagina 2 de 2)
Material volado y Parametros
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Año de Operación	Material volado y Parametros [a]					
	Tajo Abierto La Pava			Tajo Abierto La Quema		
	Volumen Total (m^3) [b]	Area Anual (m^2) [c]	Area Diaria (m^2)	Volumen Total (m^3) [b]	Area Anual (m^2) [c]	Area Diaria (m^2)
1	1,666,265.89	287,287.22	798.02	2,117,284.38	365,049.03	1,014.03
2	4,087,368.59	704,718.72	1,957.55	---	---	---
3	4,351,253.71	750,216.16	2,083.93	---		
4	2,750,471.68	474,219.25	1,317.28	1,671,579.38	288,203.34	800.56
5	998,805.14	172,207.78	478.35	2,144,563.75	369,752.37	1,027.09
Total	13,854,165.00	2,388,649.14	6,635.14	5,933,427.50	1,023,004.74	2,841.68
Máximo	4,351,253.71	750,216.16	2,083.93	2,144,563.75	369,752.37	1,027.09

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

[b] Los calculos se realizaron dividiendo el material total extraido con la densidad de la roca que es 1,6 t/m3.

[c] Los calculos se realizaron dividiendo el total del volumen con la altura de la profundidad del taladro que es de 5,8 m.

1543
15441

TABLA 2
RESULTADOS DE ESTUDIOS GRANULOMETRICOS
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Ubicacion	Contenido de Limo (%)	Conetnido de Humedad (%)
La Quema Pit - sample 1	52.00	---
La Quema Pit - sample 2	44.00	---
Process Platform	20.00	---
La Pava Pit	30.00	---
Heap Leach Pad	22.00	---
Promedio [a]	**33.60**	---
Rom Moisture	---	4.00
Waste Moisture	---	4.00
Rom moisture after crushing	---	5.50
Reclaimed Ore	---	5.80
Stacked Ore	---	7.00

Note:

[a] Basado en los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene

[b] Basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

TABLA 3
INFORMACIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE RUTA Y CAMIONES DE ACARREO UTILIZADA EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Vehículo Uso	Tipo de Vehículo [a]	Modelo	Peso del Vehículo (VW) Sin Carga (tonnes)	Capacidad (tonnes)	Cargado (tonnes)	Promedio (tonnes)	Promedio (tons)	Información usada para Factor de Emisió Número de Vehículos	Peso Promedio (tonnes)	Peso Promedio (tons)	Capacidad (tonnes)
Camiones de Acarreo [a]											
Mineral and Waste Transport											
Waste and Mineral Transportation	Truck	CAT 773	48.0	55.0	103.0	75.5	83.2	6			
Waste and Mineral Transportation	Truck	ADT	28.0	40.0	68.0	48.0	52.9	4			
			Total de Vehículos de Transporte (Mineral y Desmonte) =					**10**	**64.5**	**71.1**	**49.0**
Transportation outside of the mine	Truck	comercial (HD270)	33.0	20.0	57.0	45.0	49.6				
NON-ROAD VEHICLES [a]											
Tajo La Pava Open											
Vehiculos Miscelaneos	Drill 100mm crawler	IR DMM2	104.0	0.0	104.0	104.0	114.7	1			
	Hydraulic shovel_6.5 cum	Komatsu pc5500-6	549.0	49.5	598.5	573.8	632.6	1			
	Wheeldozer	CAT D8T	38.5	0.0	38.5	38.5	42.4	1			
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1			
	Lube Truck	CAT 740	34.4	39.0	73.4	53.9	59.4	1			
	Wheel Loader 7 cum	CAT 994	177.0	43.2	220.2	198.6	219.0	1			
	Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	11.5	36.0	47.5	29.5	32.5	1			
	Wheel Loader 4 cum	CAT 966	23.0	15.0	38.0	30.5	33.6	1			
								8	**131.7**	**145.2**	
Tajo La Quema											
Vehiculos Miscelaneos	Drill 100mm crawler	IR DMM2	104.0	0.0	104.0	104.0	114.7	1			
	Wheeldozer	CAT D8T	38.5	0.0	38.5	38.5	42.4	1			
	Wheel Loader 4 cum	CAT 992	92.0	28.8	120.8	106.4	117.3	1			
	Excavator 2cum	CAT 336	53.9	60.0	113.9	83.9	92.5	1			
	Fuel Truck	CAT 740	34.4	39.0	73.4	53.9	59.4	1			
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1			
	Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	11.5	36.0	47.5	29.5	32.5	1			
								7	**63.0**	**69.5**	
Deposito de Desmonte											
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1			
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	1			
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1			
								3	**44.6**	**49.2**	
Pila de Lixiviacion											
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1			
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	1			
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	1			
								3	**44.6**	**49.2**	
Plataforma de Procesamiento											
Vehiculos Miscelaneos	Front end loader	CAT 988	50.0	11.0	61.0	55.5	61.2	1			
								1	**55.5**	**61.2**	

25445
1546

TABLA 4
BASES PARA ESTIMAR EL NÚMERO Y EL PESO PROMEDIO DE CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Unidades	Ruta 1 ①→③ Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte	Ruta 2 ①→④ Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora	Ruta 3 Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)	Miscelaneos Misc No. 1 Tajo Abierto La Pava	Miscelaneos Misc No. 2 Tajo Abierto La Quema	Miscelaneos Misc No. 3 Botadero de Desmonte	Miscelaneos Misc No. 4 Pilas de Lixiviacion	Miscelaneos Misc No. 5 Plataforma de Procesamiento
Datos del Vehículo										
Tipo de Vehiculos			Camiones Mineros	Camiones Mineros	Camiones Mineros	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos	Miscelaneos
Capacidad del Camion	Promedio	tonnes	49.0	49.0	20.0	NA	NA	NA	NA	NA
Peso del vehículo (W)	Promedio	tonnes	64.5	64.5	45.0	131.7	63.0	44.6	44.6	55.5
	Promedio	tons	71.1	71.1	49.6	145.2	69.5	49.2	49.2	61.2
Bases para el Número de Vehículos										
Tiempo de Operación	Diario	h/día	20	20	20	20	20	20	20	20
	Anual	días/año	360	360	360	360	360	360	360	360
Movimiento de Material										
Material			Desmonte	Mineral, reagents and personal						
	Horario	t/hr	245.0	366.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Diario	tonnes	4,900.2	7,324.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Anual	tonnes	1,764,074.8	2,636,679.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Número de Vehículos	Por hora	Número/h	6.0	8.0	2.0 [a]	NA	NA	NA	NA	NA
(Movimiento por hora/capacidad)	Diario	Número/dia	101.0	150.0	2.0 [a]	8	7	3	3	1
	Anual	Número/año	36,360.0	54,000.0	720.0	2,880	2,520	1,080	1,080	360
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)		4.2	2.6	8.8	2.0 [b]	2.0 [b]	2.0 [b]	2.0 [b]	2.0 [b]
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario		424.2	390.0	17.6	16	14	6	6	2
	Anual		152,712.0	140,400.0	6,336.0	5,760	5,040	2,160	2,160	720

[a] Basado en el trafico regular de la mina. Los materiales a transportarse son combustible, ore, cianuro, etc.
[b] Se asume distancia aproximada de viajes por diversos vehículos por día

1546
1547

TABLA 5 (PAGINA 1 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADO
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Ruta 1 Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte			Ruta 2 Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora			Ruta 3 Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)
		Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera	Ruta Entera
Rutas Afirmadas ID		UP1A	UP1B	UP1A + UP1B	UP2A	UP2B	UP2A + UP2B	UP3
Información del Vehículo								
Peso del vehiculo (W), t	Promedio (t)	64.5	64.5		64.5	64.5		45.0
	Promedio (tons)	71.1	71.1		71.1	71.1		49.6
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20		20	20		20
Bases para las millas recorridas por los vehículos								
Número de vehículos	Por hora	6	6		8	8		2.0
	Diario	101	101		150	150		2.0
	Anual	36360	36360		54000	54000		720.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	4.2	1.0	5.2	2.6	1.0	3.6	8.8
Factor de escala - PTS								
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario	424.2	101.0		390.0	150.0		18
	Anual	152712.0	36360.0		140400.0	54000.0		6,336
Características Generales del Sitio								
Días con precipitación mayor o	Diario	0	0		0	0		0
igual a 0,254 mm (p)	Anual	275	275		275	275		275
Contenido de limo (s), % [a]		33.6	33.6		33.6	33.6		33.6
	k (PM10)	1.5	1.5		1.5	1.5		1.5
	k (PM2.5)	0.2	0.2		0.2	0.2		0.2
Coeficiente para PM10	a	0.9	0.9		0.9	0.9		0.9
	b	0.45	0.45		0.45	0.45		0.45
Coeficiente para PM2.5	a	0.9	0.9		0.9	0.9		0.9
	b	0.45	0.45		0.45	0.45		0.45
Datos del Control de Emisiones								
Método de control de emisión		None	None		None	None		None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0		0	0		0
Factor de Emisión (EF) [b]								
Ecuación del EF sin control (UEF)	UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12)^a x (W/3)^b x [(365 - p)/365] x 281,9							
Ecuación del EF controlado (CEF)	CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))							
Factor de Emisión (EF) de PM10								
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	4,439.1	4439.1		4,439.1	4,439.1		3,775.2
	Anual	1,094.6	1094.6		1,094.6	1,094.6		930.9
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	4,439.1	4439.1		4,439.1	4,439.1		3,775.2
	Anual	1,094.6	1094.6		1,094.6	1,094.6		930.9
Factor de Emisión (EF) de PM2.5								
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	680.7	680.7		680.7	680.7		578.9
	Anual	167.8	167.8		167.8	167.8		142.7
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	680.7	680.7		680.7	680.7		578.9
	Anual	167.8	167.8		167.8	167.8		142.7
Emisión Estimada (ER)								
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		94.2	22.4	116.6	86.6	33.3	119.9	3.322
t/año		167.2	39.8	207.0	153.7	59.1	212.8	5.898
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		14.4	3.4	17.9	13.3	5.1	18.4	0.509
t/año		25.6	6.1	31.7	23.6	9.1	32.6	0.904
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]								
PM10 ER kg/h/km		44.8	44.8	44.8	66.6	66.6	66.6	0.755
PM2.5 ER kg/h/km		6.9	6.9	6.9	10.2	10.2	10.2	0.116

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

[a] Los datos del contenido del limo fueron extraídos de los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero 2015)
[b] Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/km)
[c] En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

15447
15418

TABLA 5 (PAGINA 2 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Miscelaneos 1 Tajo Abierto La Pava Vehiculos Miscelaneos	Miscelaneos 2 Tajo Abierto La Quema Vehiculos Miscelaneos	Miscelaneos 3 Botadero de Desmonte Vehiculos Miscelaneos	Miscelaneos 4 Pilas de Lixiviacion Vehiculos Miscelaneos	Miscelaneos 5 Plataforma de Procesamiento Vehiculos Miscelaneos
Rutas Afirmadas ID		MSC1	MSC2	MSC3	MSC4	MSC5
Información del Vehículo						
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t)	131.7	63.0	44.6	44.6	55.5
	Promedio (tons)	145.2	69.5	49.2	49.2	61.2
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20	20	20
Bases para las millas recorridas por los vehículos						
Número de vehículos	Por hora	NA	NA	NA	NA	NA
	Diario	8.0	7.0	3.0	3.0	1.0
	Anual	2880.0	2520.0	1080.0	1080.0	360.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	2	2	2	2	2
Factor de escala - PTS						
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario	16	14	6	6	2
	Anual	5,760	5,040	2,160	2,160	720
Características Generales del Sitio						
Días con precipitación mayor o	Diario	0	0	0	0	0
igual a 0,254 mm (p)	Anual	275	275	275	275	275
Contenido de limo (s), % [a]		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
	k (PM10)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	k (PM2.5)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para PM10	a	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM2.5	a	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Datos del Control de Emisiones						
Método de control de emisión		None	None	None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0	0	0
Factor de Emisión (EF) [b]						
Ecuación del EF sin control (UEF)		UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12)^a x (W/3)^b x [(365 - p)/365] x 281,9				
Ecuación del EF controlado (CEF)		CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))				
Factor de Emisión (EF) de PM10						
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	6,121.2	4,393.3	3,760.5	3,760.5	4,148.8
	Anual	1,509.3	1,083.3	927.2	927.2	1,023.0
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	6,121.2	4,393.3	3,760.5	3,760.5	4,148.8
	Anual	1,509.3	1,083.3	927.2	927.2	1,023.0
Factor de Emisión (EF) de PM2.5						
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	938.6	673.6	576.6	576.6	636.2
	Anual	231.4	166.1	142.2	142.2	156.9
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	938.6	673.6	576.6	576.6	636.2
	Anual	231.4	166.1	142.2	142.2	156.9
Emisión Estimada (ER)						
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		4.897	3.075	1.128	1.128	0.415
t/año		8.694	5.460	2.003	2.003	0.737
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		0.751	0.472	0.173	0.173	0.064
t/año		1.333	0.837	0.307	0.307	0.113
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]						
PM10 ER kg/h/km		4.897	3.075	1.128	1.128	0.415
PM2.5 ER kg/h/km		0.751	0.472	0.173	0.173	0.064

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

[a] Los datos del contenido del limo fueron extraidos de los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero 2015)
[b] Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/km)
[c] En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

1548
1549

TABLA 6
ESTIMAC. . DE EMISIONES DE PM10/PM2.5 DEL TUBO DE ESCAPE DE LOS CAMIONES . . ACARREO
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parameters		Ruta 1		Ruta 2		Ruta 3
		Desmonte desde el tajo La Pava hacia botadero de desmonte		Mineral desde el tajo La Pava hacia la chancadora		Mineral y otros materiales desde mina (Ruta de Transporte)
		Seccion de Ruta desde el tajo La Pava hasta el botadero de desmonte	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	Seccion de Ruta desde el tajo La Pava a la chancadora	Seccion de Ruta en el Tajo La Pava	Ruta Entera
Ruta Afirmada ID		**UP1A**	**UP1B**	**UP2A**	**UP2B**	**UP3**
Información General						
Tipo de Vehículo		Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros	Camiones mineros
Modelo de Vehículo [a]	Diario, ida y vuelta	4.20	1.00	2.60	1.00	8.80
Distancia recorrida/vehículo, km	Diario	424.20	101	390	150	18
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT	Anual	152,712.00	36,360	140,400	54,000	6,336
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT		30	30	30	30	25
Velocidad promedio del vehículo (km/h) [b]		775	775	775	775	150
Potencia del motor (hp)		62	62	62	62	60
Velocidad máxima del vehículo (km/h)		375	375	375	375	63
Potencia operativa del motor (hp)		20	20	20	20	20
Factor de Emisión Estimado para Tubos de Escape - PTS [b]						
PTS/PM_{10} EF, g/hp-h		0.251	0.251	0.251	0.251	0.252
Ecuación EF (g/km/camión) = EF del tubo de escape (g/hp-h) x Potencia operativa (hp) x 1/Velocidad del vehículo (km/h)						
PTS/PM_{10} EF, g/km/camión	Corto plazo	3.1	3.1	3.1	3.1	0.6
Emisión Estimada (ER)						
Ecuación ER (kg/h) = EF del tubo de escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)						
PTS - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.001
PTS - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
PM10 - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.0006
PM10 - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
PM2.5 - Corto Plazo, kg/h		0.067	0.016	0.061	0.024	0.0006
PM2.5 - Anual, t/año		0.480	0.114	0.441	0.170	0.004
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]						
PTS ER kg/h/km		0.032	0.032	0.047	0.047	0.000
PM10 ER kg/h/km		0.032	0.032	0.047	0.047	0.000

[a] Velocidad promedio del vehículo en base a la información del proyecto proporcionada a Golder.

[b] Factores de emisión para rutas de acarreo y concentrado en g / hp-h se basan en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 14.

[c] Calculado en base a las emisiones totales (ER, kg / h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

1549
1550

TABLA 7 (PAGINA 1 DE 2)
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATE
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Transfer No. 1	Transfer No. 2	Transfer No. 3	Transfer No. 4	Transfer No. 5	Transfer No. 6	Transfer No. 7
		Manejo de Material en el tajo de La Pava	Manejo de Material en el tajo de La Quema	Manejo de Material en el Botadero de Desmonte	Stockpile de Emergencia	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 1	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 2	Transferencia de Material desde el tajo La Quema al Botadero de Desmonte - Caida de Faja 3
Puntos de Transferencia		TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6	TF7
		1. Carga de Camiones	1. Carga de Camiones	1. Carga de Camiones	1. Descarga de camiones en chancadora primaria	1. Caida de Faja transportadora	1. Caida de Faja transportadora	1. Caida de Faja transportadora
Información Operacional								
Actividad, horas	Diario	20	20	20	20	20	20	20
Horas de operación (para propósito del modelo)	Diario	20	20	20	20	20	20	20
días	Anual	360	360	360	360	360	360	360
Información del Manejo del Material								
Tipo de Material		Mineral y desmonte	Mineral y desmonte	Desmonte	Ore	Desmonte	Desmonte	Desmonte
Movimiento de Material								
t/h	Horario	611.2	371.5	456.9	5.6	371.5	371.5	371.5
t/día	Diario	12,224	7,429	9,137	111	7,429	7,429	7,429
Mg/día (megagramos/día)	Diario	12,224	7,429	9,137	111	7,429	7,429	7,429
kt/año (kilotoneladas/año) [a]	Anual	4,400 6	2,674 5	3,289,5	40,0 [d]	2,674 5 [d]	2,674 5 [d]	2,674.5
Mg/año (megagramos/año)	Anual	4,400,755	2,674,527	3,289,451	40,000	2,674,527	2,674,527	2,674,527
Contenido de Humedad (M), % (nominal) [b]		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Número de Transferencias		1	1	1	1	1	1	1
Características Generales del Sitio								
Velocidad Media del Viento, m/s [c]	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (MP)	0.74	0.74	0.74	0.74	0 74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (PM-10)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones								
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)								
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/Mg) = k x (0,0016) x (U / 2,2)^{1,3})/[(M / 2)^{1,4}]						
Ecuación EF con control (CEF)		CEF (kg/Mg) = UEF (lb/ton) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]						
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10						
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0,002521	0,002521	0,002521	0 002521	0,002521	0,002521	0,002521
	Anual	0,000728	0 000728	0,000728	0,000728	0,000728	0,000728	0,000728
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0,002521	0,002521	0,002521	0,002521	0 002521	0,002521	0,002521
	Anual	0,000728	0 000728	0 000728	0,000728	0 000728	0,000728	0,000728
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0,001192	0 001192	0,001192	0,001192	0,001192	0,001192	0,001192
	Anual	0,000344	0 000344	0,000344	0,000344	0,000344	0,000344	0,000344
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0,001192	0 001192	0,001192	0,001192	0,001192	0,001192	0,001192
	Anual	0,000344	0 000344	0,000344	0,000344	0,000344	0,000344	0,000344
Tasa de Emisión (ER) Estimada								
PM-10 ER kg/h (directamente)		0.7288	0 4429	0.5447	0 0066	0.4429	0 4429	0.4429
t/año		1 5155	0,9210	1.1328	0,0138	0,9210	0,9210	0,9210
PM-2,5 ER kg/h (directamente)		0 1093	0 0664	0,0817	0,0010	0,0664	0,0664	0,0664
t/año		0 2273	0 1382	0 1699	0 0021	0,1382	0,1382	0,1382

Fuente: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[b] La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)
[c] La velocidad media está basada en las velocidades limite mineras que seguirá la operacion minera. El promedio diario de la velocidad del viento está basado en el percentil 90.
[d] Informacion basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

1550
1551

TABLA 7 (PAGINA 2 DE 2)
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATE
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Transfer No. 8	Transfer No. 9	Transfer No. 10	Transfer No. 11	Transfer No. 12	Transfer No. 13	Transfer No. 14	Transfer No. 15
		Manejo de Material en el Stockpile de Desmonte	Manejo de Material en el Stockpile de Ore	Manejo de Material 1 en la Chancadora Primaria	Manejo de Material 2 en la Chancadora Primaria	Manejo de Material en la Chancadora Secundaria	Transferencia de Material desde la caida de la Faja a la Pila de Lixiviacion	Desde el Stacker deOre al Stockpile en la plataforma de lixiviacion	Manejo de Mtarial en la Pila de Lixiviacion
Puntos de Transferencia		TF8	TF9	TF10	TF11	TF12	TF13	TF14	TF15
		1. Caida de Faja transportadora desde tajo La Quema	1 Caida de Faja transportadora	1. Descarga de camiones desde el tajo La Parva Pit y caida de faja transportadora desde tajo La Quema	1 Tolva a alimentador de faja	1 Size to Screen feed conveyor to Secondary sizer feed hopper	1 Transfer conveyor to crushed ore stockpile stacker	1 Radial stacker drop	1. Stockpile to Stockpile reclaim conveyor
					2. Alimentador de Faja a Primary Mineral Size	2. Secondary sizer belt feeder to secondary mineral sizer			2. Stockpile Reclaim Conveyor to Agglomeration Drum
					3 Primary Mineral Size to Screen feed conveyor	3 Secondary mineral sizer to final product conveyor			3. Conveyor to Agglomeration Drum to Transfer Conveyor
									4. Trnasfer conveyor to Grasshopper convyors
									5. Grasshopper conveyors to leach pad
Información Operacional									
Actividad, horas	Diario	20	20	24	24	24	24	24	24
Horas de operación (para propósito del modelo)	Diario	20	20	24	24	24	24	24	24
días	Anual	360	360	365	365	365	365	365	365
Información del Manejo del Material									
Tipo de Material		Desmonte	Ore	Ore	Ore Chancado	Ore Chancado	Ore Chancado y concentrado	Ore Chancado y concentrado	Ore Chancado y concentrado
Movimiento de Material									
t/h	Horario	211 9	159.6	432.2	432.2	432 2	432.2	432 2	432 2
t/dia	Diario	4,237	3,192	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372
Mg/dia (megagramos/dia)	Diario	4,237	3,192	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372	10,372
kt/año (kilotoneladas/año) [a]	Anual	1,525 4	1,149 2	3,785.8	3,785 8	3,785.8	3,785 8	3,785.8	3,785 8
Mg/año (megagramos/año)	Anual	1,525,376	1,149,151	3,785,831	3,785,831	3,785,831	3,785,831	3,785,831	3,785,831
Contenido de Humedad (M), % (nominal) [b]		4.0	4.0	4.0	5.5	5.5	5.8	7.0	7.0
Número de Transferencias		1	1	1	3	3	1	1	5
Caracteristicas Generales del Sitio									
Velocidad Media del Viento, m/s [c]	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
Multiplicador de Tamaño de Particula	k (MP)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Particula	k (PM-10)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones									
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Rocio de Agua	Rocio de Agua	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	75	75	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)									
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/Mg) = k x (0,0016) x (U / 2,2)$^{1.3}$)/((M / 2)$^{1.4}$]							
Ecuación EF con control (CEF)		CEF (kg/Mg) = UEF (lb/ton) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]							
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10							
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP									
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0 001614	0.001614	0 001498	0 001152	0.001152
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000466	0.000466	0.000433	0.000333	0.000333
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.000404	0.000404	0.001498	0.001152	0.001152
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000117	0.000117	0.000433	0.000333	0 000333
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10									
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.000763	0.000763	0.000709	0 000545	0.000545
	Anual	0.000344	0 000344	0.000344	0.000220	0.000220	0 000205	0.000157	0.000157
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0 001192	0 001192	0 001192	0.000191	0 000191	0 000709	0.000545	0.000545
	Anual	0.000344	0 000344	0.000344	0.000055	0 000055	0.000205	0.000157	0 000157
Tasa de Emisión (ER) Estimada									
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0 2526	0.1903	0.5153	0.2475	0 2475	0.3083	0.2254	1 1770
t/año		0 5253	0.3957	1.3037	0 6261	0 6261	0.7750	0.5856	2 9778
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.0379	0.0285	0.0773	0 0371	0.0371	0.0459	0.0353	0 1765
t/año		0.0788	0.0594	0.1956	0 0939	0.0939	0.1162	0 0893	0.4467

Fuente: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles.

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[b] La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)
[c] La velocidad media está basada en las velocidades limite mineras que seguira la operacion minera. El promedio diario de la velocidad del viento está basado en el percentil 90
[d] Información basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

1551
1552

1552
1553

TABLA 8
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP
PARA LA EROSIÓN DEL VIENTO DE LAS PILAS DE ALMACENAMIENTO
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Erosion Eolica No. 1 Botadero de Desmonte	Erosion Eolica No. 2 Pila de Emergencia	Erosion Eolica No. 3 Stockpile de Ore	Erosion Eolica No. 4 Stockpile de Desmonte	Erosion Eolica No. 5 Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion
Punto/Área de Emisión		**WE1**	**WE2**	**WE3**	**WE4**	**WE5**
Información de la Pila de Almacenamiento						
Tipo de Material en Pila		Desmonte	Ore	Ore	Desmonte	Ore
Tamaño de la Pila		NA	NA	NA	NA	NA
Rendimiento de Material (t/año) - Anual		3,289,451	3,785,831	1,149,151	1,525,376	3,785,831
Rendimiento de Material (t/día) - Diario		9,012	10,516	3,148	4,179	10,372
Descripción de la Pila (forma)		Rectangular Prism	Conical	Conical	Conical	Conical
Densidad de la Masa del Material (t/m^3)		1 60	1.60	1 60	1 60	1.50
Altura de la Pila (m) [b]		5	5	5	5	5
Volume de la Pila (m3)		5,633	6,573	1,968	2,612	6,915
Radio de la base de la pila (calc) (m)		–	35 4	19 4	22 3	36 3
Área de material de superficie (expuesto) (m^2) [b]		1,798	3,983	1,219	1,606	4,188
Área de material de superficie (hectáreas)		0 18	0.40	0 12	0 16	0.42
Tamaño del área de la superficie activa (hectáreas) [c]		0 18	0 398	0 122	0 161	0 419
Carácteristicas Generales del Sitio						
Días de precipitación mayor que o	Diario	0	0	0	0	0
igual a 0,25 mm (p)	Anual	275	275	275	275	275
Tiempo (%) que la velocidad del viento sin obtruccion	Diario	33.3	33.3	33 3	33.3	33 3
supera los 5,4 m/s en la altura media de la pila (f)	Anual	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Contenido de Limo (s) (%)		33 6	33 6	33 6	33.6	33 6
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM (k)		1.00	1.00	1.00	1.00	1 00
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM-10 (k)		0 50	0 50	0 50	0 50	0 50
Información del Control de Emisiones						
Método de Control de Emisiones		None	None	None	None	None
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)						
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/día/ha) = k x 1.9 x (s/1.5) x ((365 - p)/235) x (f/15)				
Ecuación (Final) EF con control (CEF)		CEF (kg/día/ha) = UEF (kg/día/ha) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))				
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10				
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP						
EF sin control, kg/día/ha	Short term	146 90	146 90	146 90	146 90	146 90
	Annual	8 67	8 67	8 67	8 67	8 67
EF con control, kg/día/ha	Short term	146 90	146 90	146 90	146.90	146 90
	Annual	8 67	8 67	8 67	8 67	8 67
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10						
EF sin control, kg/día/ha	Short term	47 29	47 29	47.29	47 29	47 29
	Annual	2 79	2 79	2 79	2 79	2 79
EF con control, kg/día/ha	Short term	47.29	47 29	47.29	47 29	47 29
	Annual	2 79	2 79	2 79	2 79	2 79
Tasa de Emisión (ER) Estimada						
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0 354	0 785	0 240	0 316	0 825
t/año		0 183	0 406	0 124	0.164	0 427
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0 053	0 118	0 036	0 047	0 124
t/año		0 027	0 061	0 019	0 025	0.064

Fuente: USEPA, 1992 (Antecedentes de Polvo Fugitivo e Información Técnica para las Mejores Medidas, Section 2 3 1 3 3, Erosión Eólica de Pilas Activas Constantes)

[a] Densidad basada en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

[b] Altura asumida es 1 m

[c] 100% del área superficial de la pila calculada es asumida para ser activa en cualquier tiempo por generación de emisiones de polvo fugitivo

TABLA 9
ESTIMACIÓN DE LAS TASAS Y FACTORES DE EMISION DE PM PARA OPERACIONES DE VOLADURA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Voladura No 1 Voladura en el Tajo La Pava	Voladura No 2 Voladura en el Tajo La Quema
Punto/Área de Emisión	**B1**	**B2**
Información de Voladura		
Tipo de Material	Ore y Desmonte	Ore y Desmonte
Dimensión de la cuadrícula de la voladura		
Área Diaria Horizontal de la Voladura (A) (m^2) [a]	1,317 3	800 6
Profundidad de la voladura (m) [b]	5.8	5.8
Frecuencia de la Voladura, diaria	1	1
Frecuencia de Voladura, semanalmente	360	360
Días de Operación Anual [b]	360	360
Frecuencia de Voladura, anual		
Factor de Emisión (EF) Ecuación		
Ecuación EF sin control (UEF)	UEF (kg/voladura) = 0,00022(A)$^{1.5}$ x Factor	
Factor de escala - PM	1 0	1 0
Factor de escala - PM_{10}	0 52	0 52
Factor de escala - $PM_{2.5}$	0 03	0 03
Factor de Emisión Calculado para PM (EF)		
Sin control, kg/voladura	10.5	5 0
Factor de Emisión Calculado para PM_{10} (EF)		
Sin control EF, kg/voladura	5.5	2 6
Factor de Emisión Calculado para $PM_{2,5}$ (EF)		
Sin control EF, kg/voladura	0.3	0 1
Tasa de Emisión Estimada (ER) [d]		
PM_{10} ER kg/h (base diaria)	5 469	2 591
t/año	1 969	0 933
$PM_{2.5}$ ER kg/h (base diaria)	0 316	0.149
t/año	0 114	0.054

Fuente: AP-42, Table 11 9-1, Western Surface Coal Mining

[a] Área horizontal de voladura basada en el rendimiento de material minado diario quebrado en una voladura y profundidad de 5 8 m.

[b] Basado en el requerimiento de información y Planeamiento de Mina proporcionado por Antapaccay (Enero 2015).

[c] AP-42 Chapter 13 3 (January 1995), Tale 13 3-1, "Emission Factors for Detonation of Explosives" Se asume el nitrato de amonio y aceite de combustible (ANFO) es una mez a de emisión diaria, ocurre instantáneamente a las 12 pm todos los días

TABLA 10
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE PM Y TASAS PARA OPERACIONES DE PERFORACIÓN
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros	Perforacion en el tajo La Pava	Perforacion en el tajo La Quema
Punto/Área de Emisión	**DR1**	**DR2**
Información de Voladura		
Tipo de material	Ore y Desmonte	Ore y Desmonte
Dimensión de la grilla de la voladura		
Diámetro del agujero (mm) [a]	89	89
Profundidad del agujero (m) [a]	5.8	5.8
Frecuencia de voladura, diaria (voladura/día) [b]	1.00	1.00
Agujero perforador por Voladura (agujeros/voladura)	120	120
Frecuencia de perforación, diaria (agujeros/día)	120	120
Días de operación anual [a]	360	360
Frecuencia de voladura, anual (voladura/año)	360	360
Frecuencia de Perforación, anual [c] (agujeros/año)	43200	43200
Ecuación del Factor de Emisión (EF)		
EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/agujero) = 0,59/agujero	
EF sin control (UEF) para PM-10	UEF (kg/agujero) = 0,31/agujero	
EF sin control (UEF) para PM-2,5 [d]	UEF (kg/agujero) = 0,1 x PM_{10} = 0,031/agujero	
Tasa de Emisión Estimada (ER)		
PM-10 ER kg/h	1.86	1.86
t/año	13.39	13.39
PM-2.5 ER kg/h	0.19	0.19
t/año	1.34	1.34

Fuente: Emission Estimation Technique Manual for Mining, Australia National Pollution Inventory (NPI), Table 1 - December 2001.

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[b] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[c] Frecuencia de perforación anual en base a la frecuencia de voladura y asumiendo 120 agujeros perforados anterior en cada voladura
[d] En base al documento : Construcción and Demolición, Western Regional Air Partnership's (WRAP) Fugitive Dust Handbook.

TABLA 11
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE PM
PARA LAS ACTIVIDADES DEL BULLDOZING DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Bulldozing No. 1 Tajo Abierto La Pava	Bulldozing No. 2 Tajo Abierto La Quema	Bulldozing No. 3 Botadero de Desmonte	Bulldozing No. 4 Pila de Emergencia	Bulldozing No. 5 Stockpile de Ore	Bulldozing No. 6 Stockpile de Desmonte	Bulldozing No. 7 Stockpile de Ore en la Plataforma de Lixiviacion	Bulldozing No. 8 Plataforma de Lixiviacion
Área/Punto de Emisión		BD 1	BD 2	BD 3	BD 4	BD 5	BD 6	BD 7	BD 8
Información Operacional									
Horas de Actividad Diaria	Diario	20	20	20	20	20	20	20	20
Horas de Operación (para el propósito del modelar	Diario	20	20	20	20	20	20	20	20
Días de Actividad al Año	Anual	360	360	360	360	360	360	360	360
Número de Unidades		1	1	1	1	1	1	1	1
Información del Manejo del Material									
Contenido de Humedad (M) (%)		4.0	4.0	4.0	5.5	4.0	4.0	7.0	7.0
Características Generales del Sitio									
Contenido de Limo (s) (%) [b]		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
Información del Control de Emisiones									
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10									
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15 [a]	UEF (kg/h) = 0,45 x $(s)^{1,5}$/ $(M)^{1,4}$								
Ecuación EF con control (CEF) para PM-15	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Eficiencia de Remoción (%)]								
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-10	UEF (kg/h) = 0,75 x UEF de PM_{15}								
Ecuación EF con control (CEF) para PM-10	CEF (kg/h) = 0,75 x CEF de PM_{15}								
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM-15 y PM-10									
EF sin control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12,58	12,58	12,58	8,06	12,58	12,58	5,75	5,75
EF con control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12,58	12,58	12,58	8,06	12,58	12,58	5,75	5,75
EF sin control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9,44	9,44	9,44	6,04	9,44	9,44	4,31	4,31
EF con control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9,44	9,44	9,44	6,04	9,44	9,44	4,31	4,31
Tasa de Emisión Estimada (ER)									
PM-10 ER kg/h (diariamente)		9,44	9,44	9,44	6,04	9,44	9,44	4,31	4,31
t/año		67,96	67,96	67,96	43,51	67,96	67,96	31,04	31,04
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		1,42	1,42	1,42	0,91	1,42	1,42	0,65	0,65
t/año		10,19	10,19	10,19	6,53	10,19	10,19	4,66	4,66

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

[a] Basado en las actividades de bulldozing para la sobrecapa.

1555
1556

TABLA 12
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA LAS ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Nivelacion 1	Nivelacion 2	Nivelacion 3	Nivelacion 4
		Tajo Abierto La Pava	Tajo Abierto La Quema	Botadero de Desmonte	Plataforma de Lixiviacion
Área/Punto de Emission		**GD1**	**GD2**	**GD3**	**GD4**
Información Operacional					
Horas de Actividad Diaria	Daily	20	20	20	20
Horas de Operación (para el propósito del mode	Daily	20	20	20	20
Días de Actividad al Año	Annual	360	360	360	360
Número de Unidades		1	1	1	1
Información del Vehículo					
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) [a]		5	5	5	5
Cálculo de Kilómetros Recorridos por Vehículo (VKT)					
Número de vehículos	Daily	1	1	1	1
	Annual	360	360	360	360
Utilización de Nivelación utilizado por día [a]	%	100	100	100	100
Distancia Recorrida/Vehículo/Día [b]	km	100	100	100	100
VKT (Número de vehículos x km recorrido)	Daily	100	100	100	100
	Annual	36000	36000	36000	36000
Método de Control de Emisiones [c]		None	None	None	None
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10					
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15	UEF (kg/VKT) = 0,0056 x $S^{2,0}$ x Scaling Factor				
Factor de Escala - PM-15		1 0	1 0	1 0	1 0
Factor de Escala - PM-10		0 6	0 6	0 6	0 6
Ecuaciones de Factor de Emisión (EF) para PM & PM-2,5					
Ecuación EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/VKT) = 0 0034$(S)^{2,5}$ x Scaling Factor				
Factor de Escala - PM		1 0	1 0	1 0	1 0
Factor de Escala - PM-2,5		0 031	0 031	0 031	0 031
Factor de Emisión (EF) Calculado					
EF sin control para PM-15, kg/VKT		0 14	0 14	0 14	0 14
EF con control para PM-15, kg/VKT		0 14	0 14	0 14	0 14
EF sin control para PM-10, kg/VKT		0 08	0 08	0 08	0 08
EF con control para PM-10, kg/VKT		0 08	0 08	0 08	0 08
EF sin control para PM, kg/VKT		0 19	0 19	0 19	0 19
EF con control para PM, kg/VKT		0 19	0 19	0 19	0 19
EF sin control para PM-2,5, kg/VKT		0 01	0 01	0 01	0.01
con control para PM-2,5, kg/VKT		0 01	0 01	0.01	0 01
Tasa de Emisión Estimada (ER)					
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0 42	0 42	0 42	0 42
t/año		3 02	3 02	3 02	3 02
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0 03	0 03	0 03	0 03
t/año		0 21	0 21	0 21	0 21

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11 9 for Western Surface Coal Mines)

[a] Velocidad media y utilización del nivelador asumida

[b] Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de tilización por Día (%).

[c] Based on Fugitive Dust Background Document and Technical Information Document for Best Available Control Measures - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)Basado en el Documento de Polvo Fugitivo y Documento Técnico de Información para Mejor Control de Mediciones Disponibles - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)

TABLA 13
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA EL PROCESAMIENTO DE MATERIALES EN LA CHANCADORA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros			Procesamiento No. 1 Chancadora Primaria	Procesamiento No. 2 Chancadora Secundaria
Emisión Puntual / Área			MP1	MP2
Información Operacional				
Horas de Actividad Diaria		Diario	24	24
Horas de Operación (para el propósito del modelamiento)		Diario	24	24
Días Anuales de Actividad		Anual	365	365
Información del Manejo del Material				
Tipo de Material			Ore	Ore
Movimiento del Material [a]				
Diseño - t/h		Horario	432.2	432.2
Actual - t/h		Horario	432.2	432.2
t/dia		Diario	10,372.1	10,372.1
Mg/dia (megagramos/dia)		Diario	10,372	10,372
Mt/año (millón de toneladas/año)		Anual	3.79	3.79
Mg/año (megagramos/año)		Anual	3,785,831	3,785,831
Contenido de Humedad (M), % (nominal) [b]			5.5	5.5
Información del Control de Emisiones				
Información del Control de Emisión				
Método de Control de Emisiones			Rocio de Agua	Rocio de Agua
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %			60	60
Factores de Emisión sin Control para PM & PM-10 (EF) [c]				
EF sin control para MP, kg/Mg			0.020	0.020
EF sin control para PM-10, kg/Mg			0.010	0.010
Tasa de Emisión sin Control para PM-2,5				
Sin Control PM-2,5, kg/h [d]	$PM_{2.5}$ (kg/h) = 0.15 x PM_{10} (kg/h)		0.0015	0.0015
Factores de Emisión (EF) con Control para MP & PM-10				
Controlled PM EF, kg/Mg			0.0040	0.0040
Controlled PM-10 EF, kg/Mg			0.0006	0.0006
Tasa de Emisión Estimada (ER)				
PM-10 ER kg/h (diariamente)			1.7	1.7
t/año			15.1	15.1
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)			0.3	0.3
t/año			2.3	2.3

Fuente: USEPA, 1995 (AP-42, Section 11.24 for Metallic Minerals Processing).

[a] Basado en el Plan de Minado del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[b] La data del contenido de humedad esta basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)
[c] Eficiencia de captura de Polvo Fugitivo asumida.
[d] Industria de Productos Minerales (Capítulo 11 Tablas 11-1 y 11-3), Western Regional Air Partnership's (WRAP) Fugitive Dust Handbook

TABLA 14
ESTIMACIÓN DE FACT ...DE EMISIÓN DE ESCAPE PARA MAQUINARIA DIÉSEL FUERA DE RUTA ASOCIADAS ... ...OS EQUIPOS DE MINA
ESCENARIO DE OPERACION- AÑO 4
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Descripción del Vehículo	Modelo del Vehículo	Número de Vehículos	Operacion de Equipos	Potencia del Motor (hp) [a]	Clasificación del Motor	Horas de Operacion	Factores de Emisión sin Ajustar (UAF) [b]		Factores de Ajustes Transitorios (TAF) [c]		Factor de Deterioro (DF) [d]	S Ajuste [e]	Adjusted Emission Factor (UAFxTAFxDF) [f]		Ratios de Emision	
							PM_{10}	BSFC	PM_{10}	BSFC	PM_{10}	$S_{PM\ adj}$	PM_{10}		Horario $PM_{10}/PM_{2.5}$	Anual $PM_{10}/PM_{2.5}$
							(g/hp-hr)	(lb/hp-hr)				(g/hp-hr)	(g/hp-hr)		(kg/hr)	(ton/yr)
Camiones de Acarreo																
Waste and Mineral Transportation	CAT 773	10	10	775	4	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013		0.251	—	—
Transportation outside of the mine	comercial (HD270)	2	2	150	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074		0.252	—	—
Talo La Pava Open																
Drill 100mm crawler	IR DMM2	1	1	700	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295		0.21	1.49
Hydraulic shovel_6.5 cum	Komatsu pc5500-6	1	1	1260	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.21	1.49
Wheeldozer	CAT D8T	1	1	310	3	7,200	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.285		0.09	0.64
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252		0.04	0.31
Lube Truck	CAT 740	1	1	477	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.08	0.56
Wheel Loader 7 cum	CAT 994	1	1	1250	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295		0.37	2.66
Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	1	1	320	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.05	0.38
Wheel Loader 4 cum	CAT 966	1	1	262	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162		0.04	0.31
													Total		1.088	7.831
Talo La Queme																
Drill 100mm crawler	IR DMM2	1	1	700	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295		0.21	1.49
Wheeldozer	CAT D8T	1	1	310	3	7,200	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.285		0.09	0.64
Wheel Loader 4 cum	CAT 992	1	1	814	4	7,200	0.69	0.367	1.97	1.18	1.473	-0.015	2.017		1.64	11.82
Excavator 2cum	CAT 336	1	1	222	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.04	0.26
Fuel Truck	CAT 740	1	1	477	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.08	0.56
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252		0.04	0.31
Water Truck(40t 9000 gallon)	MB Actross 4144	1	1	320	2	7,200	0.1316	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.164		0.05	0.38
													Total		2.147	15.461
Deposito de Desmonte									1.97	1.18						
Back Hoe	CAT 385CL	1	1	330	2	7,200	0.1316	0.367	1.95	1.01	1.473	0.074	0.304		0.10	0.72
Dozer	CAT D6	1	1	150	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162		0.02	0.18
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252		0.04	0.31
													Total		0.167	1.206
Pila de Lixiviacion																
Back Hoe	CAT 385CL	1	1	330	2	7,200	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295		0.10	0.70
Dozer	CAT D6	1	1	150	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162		0.02	0.18
Grader	Cat 14H	1	1	170	2	7,200	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252		0.04	0.31
													Total		0.165	1.186
Plataforma de Procesamiento																
Front end loader	CAT 988	1	1	501	4	7,200	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162		0.08	0.59
													Total		0.081	0.585

Fuente: Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modelling – Compression Ignition – Report No. NR-009D.

[a] Cero horas, estado estable de los factores de emisión para los motores de encendido fuera de ruta, Tabla 4A.
[b] Factores de ajuste transitorios por tipo de equipamiento para maquinaria de encendido fuera de ruta, Tabla 5A.
[c] Factores de deterioro para maquinarias con motores diésel, Tabla 6A.
[d] El ajuste del factor de emisión de MP a tener en cuenta en las variaciones de azufre en el combustible, se realiza mediante la siguiente ecuación
[e] $S_{PM\ ajust.}$ = BSFC x 453,6 x 7,0 x soxcnv x 0,01 x (soxbas - soxdsl), donde

soxcnv =
soxbas = soxcnv = 0.02247 grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed
soxbas = 0.33 percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 1 and 2)
soxdsl = 0.0015 percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 3 and 4)
soxdsl = 0.05 percent (based on 500 pm sulfur diesel)

[f] Para todos los contaminantes excepto MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF.
Para MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF - $S_{PM\ ajust.}$

1558
1559

TABLA 15
ESTIMATION OF PM EMISSION FACTORS AND RATES
FOR DUST COLLECTORS AND DIESEL ENGINES
OPERATION SCENARIO - YEAR 4
CERRO QUEMA PROJECT

Descripcion	Unidades	Baghouse (Horno Campana)	Horno de Fundicion	Regeneracion de Carbon	Retortas de Mercurio	Celdas de Electrowinning	Calentador de Agua	Generador a Diesel No 1	Generador a Diesel No 2	Assumption/Comment
Unit ID		DC1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	
Data de Operacion										
Horas de Actividad Diaria	Diario	12	12	12	12	12	12	12	12	
Horas de Operacion (para efectos de modelamien	Diario	24	24	24	24	24	24	24	24	
Dias de actividad annual	Anual	365	365	365	365	365	365	365	365	
Heat Input Capacity	MMBtu/h	---	1.29	0.87	---	---	2.375	---	---	
Ratio de Energia	HP	---	---	---	48	20	---	2280	2280	Especificaciones del fabricante
Consumo de Combustible	gal/hr	---	9.5	6.4	---	---	---	2280	2280	Especificaciones del fabricante
Flujo de Aire de Salida	Nm^3/h	18,700	---	---	---	---	---	---	---	Diseño
Flujo de Aire de Salida	ft^3/hr	660,384	---	---	---	---	---	---	---	Calculado
										Tipico valor asumido
Carga de Polvo en el flujo de aire	gr/ft^3	0.01	---	---	---	---	---	---	---	
Factor de Emision (Fuel input) [a]	$lb/10^3$ gal	---	2.0	2.0	---	---	---	---	---	
Factor de Emision (Fuel input) [a]	lb/MMBtu	---	---	---	---	---	0.31	---	---	
Factor de Emision (power output) [c]	lb/hp-hr	---	---	---	0.0022	0.0022	---	0.0007	0.0007	
PM_{10} & $PM_{2.5}$ Ecuaciones de Factor de Emision (EF)										
Controlado PM_{10} EF (UEF) Equacion	UEF (kg/hr) = [Exhaust air flow (ft^3/hr) x Dust loading (gr/ft^3)]/[7000 lb/gr x 2.204 kg/lb)]									
Controlado$PM_{2.5}$ EF (CEF) Equation	$PM_{2.5}$ = PM_{10}									
Tasa de Emisión Estimada (ER)										
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.43	0.009	0.006	0.05	0.02	0.33	0.72	0.72	
t/año		3.75	0.08	0.05	0.42	0.17	2.93	6.34	6.34	
PM-2.5 ER kg/h (diariamente)		0.43	0.009	0.006	0.05	0.02	0.33	0.72	0.72	
t/año		3.75	0.08	0.05	0.42	0.17	2.93	6.34	6.34	

[a] USEPA, 1996; AP-42, Section3.3 Gasoline and Diesel Industrial Engines (Table 3.3-1)
[b] USEPA, 2010; AP-42, Section 1.4 Fuel Oil Combustion (Table 1.4-1)
[c] USEPA, 1996; AP-42, Section3.4 Large Stationary Diesel and All Stationary Dual - fuel Engines (Table 3.4-1)

45559
1560

APÉNDICE C

TABLE 1
MOVIMIENTO DE MATERIAL MINERO POR AÑO- POST-CIERRE
PROYECTO CERRO QUEMA

Linea de Tiempo

Mes 1 - Mes 6	Parte faltante de WRD sera cubierto
Mes 1 - Mes 6	La lixiviacion continuara en la plataforma de lixiviacion
Mes 7	La lixiviación se detiene y comienza el enjuague
Mes 7	La Planta ADR es demolida y removida
Mes 7 - Mes 34	Enjuague
Mes 35 - Mes 42	La plataforma de lixiviacion sera cubierta

Area de Actividad	Periodo de Duracion (dias)	Material Movilizado (m^3) [a]				Densidad (tonnes/m^3)		Material Movilizado (tonnes) [a]				Material Movilizado (tonnes) [a]		Material Movilizado (tonnes/day) [a]	
		WRD		HLF		Top Soil	Arcilla	WRD		HLF		WRD Total	HLF Totsl	WRD Total	HLF
		Top Soil	Arcilla	Top Soil	Arcilla			Top Soil	Arcilla	Top Soil	Arcilla	Top Soil & Arcilla	Top Soil & Arcilla	Top Soil & Arcilla	Top Soil & Arcilla
Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	180	25,600.0	64,000.0	---	---	1.83	1.99	46,848.0	127,360.0	---	---	174,208.0	---	967.82	---
Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	180	25,600.0	64,000.0	---	---	1.83	1.99	46,848.0	127,360.0	---	---	174,208.0	---	967.82	---
Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.57
Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.57
Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	180	---	---	42,833.3	106,833.3	1.83	1.99	---	---	78,385.0	212,598.3	---	290,983.3	---	1,616.6
Total		51,200.0	128,000.0	128,500.0	320,500.0			93,696.0	254,720.0	235,155.0	637,795.0	348,416.0	872,950.0	1,935.6	4,849.7

[a] Basado en la Informacion proporcionada acerca del Proyecto Cerro Quema (Pershimco, 2015).

1564
1562

TABLA 2
RESULTADOS DE ESTUDIOS GRANULOMETRICOS
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Ubicacion	Contenido de Limo (%)	Conetnido de Humedad (%)
La Quema Pit - sample 1	52.00	---
La Quema Pit - sample 2	44.00	---
Process Platform	20.00	---
La Pava Pit	30.00	---
Heap Leach Pad	22.00	---
Promedio [a]	**33.60**	**---**
Rom Moisture	---	4.00
Waste Moisture	---	4.00
Rom moisture after crushing	---	5.50
Reclaimed Ore	---	5.80
Stacked Ore	---	7.00

Note:
[a] Basado en los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene
[b] Basado en los criterios de Diseño del Proceso del Proyecto Cerro Quema (KCA, 2015)

1562
1563

TABLA 3
INFORMACIÓN DE VEHICULOS FUERA DE RUTA Y CAMIONES DE ACARREO UTILIZADA EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES
ESCENARIO DE POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Vehículo Uso	Tipo de Vehículo	Modelo	Peso del Vehículo (VW) Sin Carga (tonnes)	Capacidad (tonnes)	Cargado (tonnes)	Promedio (tonnes)	Promedio (tons)	Información usada para Factor de Emisió Número de Vehículos	Peso Promedio (tonnes)	Peso Promedio (tons)
Camiones de Acarreo										
Transporte de Topsoil & Arcilla										
	Truck	CAT 730C	24.1	28.0	52.1	36.1	42.0	4		
NON-ROAD VEHICLES										
Deposito de Desmonte										
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1		
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	2		
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	2		
								5	**35.4**	**39.0**
Plataforma de Lixiviacion										
Vehiculos Miscelaneos	Back Hoe	CAT 385CL	84.1	13.5	97.6	90.8	100.1	1		
	Dozer	CAT D6	18.0	0.0	18.0	18.0	19.8	2		
	Grader	Cat 14H	25.0	0.0	25.0	25.0	27.6	2		
								5	**35.4**	**39.0**

1583
1564

TABLA 4
BASES PARA ESTIMAR EL NÚMERO Y EL PESO PROMEDIO DE CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Unidades	RUTA 1 ③→① Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	RUTA 2 ④→① Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	RUTA 3 ⑤→② Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	RUTA 4 ⑥→② Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	RUTA 5 ⑦→② Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF
Datos del Vehículo							
Tipo de Vehiculos			Haul Trucks	Haul Trucks	Haul Trucks	Haul Trucks	Haul Trucks
Capacidad del Camion	Promedio	tonnes	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
Peso del vehículo (W)	Promedio	tonnes	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1
	Promedio	tons	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Bases para el Número de Vehículos							
Tiempo de Operación	Diario	hours/day	20	20	20	20	20
	Anual	days/yr	180	180	180	180	180
Movimiento de Material							
Material			Top soil & clay	Top soil & clay	Top soil & clay	Top soil & clay	Top soil & clay
	Horario	t/hr	48.4	48.4	80.8	80.8	80.8
	Diario	tonnes/day	967.8	967.8	1,616.6	1,616.6	1,616.6
	Anual	tonnes/yr	174,208.0	174,208.0	290,983.3	290,983.3	290,983.3
Número de Vehículos	Por hora	Number/hr	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
(Movimiento por hora/capacidad)	Diario	Number/day	26.0	26.0	43.0	43.0	43.0
	Anual	Number/yr	4,680.0	4,680.0	7,740.0	7,740.0	7,740.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)		1.2	1.2	0.7	1.0	1.6
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje	Diario		31.2	31.2	30.1	43.0	68.8
	Anual		5,616.0	5,616.0	5,418.0	7,740.0	12,384.0

4560
1565

TABLA 5 (PAG 1 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		RUTA 1 Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	RUTA 2 Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	RUTA 3 Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF
Rutas Afirmadas ID		**UP1A**	**UP2A**	**UP3A**
Información del Vehículo				
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t)	38.1	38.1	38.1
	Promedio (tons)	42.0	42.0	42.0
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20
Bases para las millas recorridas por los vehículos				
Número de vehículos	Por hora	2	2	2
	Diario	26	26	43
	Anual	4680	4680	7740
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	1.2	1.2	0.7
Factor de escala - PTS				
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario	31.2	31.2	30.1
	Anual	5616.0	5616.0	5418.0
Características Generales del Sitio				
Días con precipitación mayor o	Diario	0	0	0
igual a 0,254 mm (p)	Anual	137.5	137.5	137.5
Contenido de limo (s), %[a]		33.6	33.6	33.6
	k (PM10)	1.5	1.5	1.5
	k (PM2.5)	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para PM10	a	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM2.5	a	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45
Datos del Control de Emisiones				
Método de control de emisión		None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0
Factor de Emisión (EF) [b]				
Ecuación del EF sin control (UEF)		$UEF(g/VKT) = k\ (lb/VMT) \times (s/12)^a \times (W/3)^b \times [(365 - p)/365] \times 281,9$		
Ecuación del EF controlado (CEF)		CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))		
Factor de Emisión (EF) de PM10				
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	3,502.8	3502.8	3,502.8
	Anual	2,183.2	2183.2	2,183.2
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	3,502.8	3502.8	3,502.8
	Anual	2,183.2	2183.2	2,183.2
Factor de Emisión (EF) de PM2.5				
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	537.1	537.1	537.1
	Anual	334.8	334.8	334.8
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	537.1	537.1	537.1
	Anual	334.8	334.8	334.8
Emisión Estimada (ER)				
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		5.5	5.5	5.3
t/año		12.3	12.3	11.8
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		0.8	0.8	0.8
t/año		1.9	1.9	1.8
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]				
PM10 ER kg/h/km		9.1	9.1	15.1
PM2.5 ER kg/h/km		1.4	1.4	2.3

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads).

[a] Los datos del contenido del limo fueron extraidos de los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Enero
[b] Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/kr
[c] En base a las emisiones totales (ER, kg/h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta

1566
1567

TABLA 5 (PAG 2 DE 2)
FACTORES DE EMISIÓN Y EMISIONES DE PTS Y PM10 DE LOS CAMIONES EN RUTAS AFIRMADAS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

		RUTA 4 Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	RUTA 5 Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en WRD	Trafico de Vehiculos Miscelaneos en HLF
Rutas Afirmadas ID		**UP4A**	**UP5A**	**MSC1**	**MSC2**
Información del Vehiculo					
Peso del vehículo (W), t	Promedio (t)	38.1	38.1	35.4	35.4
	Promedio (tons)	42.0	42.0	39.0	39.0
Horas de operación (para fines de modelamiento)		20	20	20	20
Bases para las millas recorridas por los vehículos					
Número de vehículos	Por hora	2	2	NA	NA
	Diario	43	43	5.0	5.0
	Anual	7740	7740	1800.0	1800.0
Distancia recorrida/vehículo/ruta	Por viaje (km)	1.0	1.6	2	2
Factor de escala - PTS					
VKT (no. vehículos x km recorridos por viaje)	Diario	43.0	69	10	10
	Anual	7740.0	12,384	3,600	3,600
Características Generales del Sitio					
Días con precipitación mayor o	Diario	0	0	0	0
igual a 0,254 mm (p)	Anual	137.5	137.5	137.5	137.5
Contenido de limo (s), % [a]		33.6	33.6	33.6	33.6
	k (PM10)	1.5	1.5	1.5	1.5
	k (PM2.5)	0.2	0.2	0.2	0.2
Coeficiente para PM10	a	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45
Coeficiente para PM2.5	a	0.9	0.9	0.9	0.9
	b	0.45	0.45	0.45	0.45
Datos del Control de Emisiones					
Método de control de emisión		None	None	None	None
Eficiencia de remoción del control de emisión, %		0	0	0	0
Factor de Emisión (EF) [b]					
Ecuación del EF sin control (UEF)		UEF(g/VKT) = k (lb/VMT) x (s/12)^a x (W/3)^b x [(365 - p)/365] x 281,9			
Ecuación del EF controlado (CEF)		CEF(g/VKT) = UEF (lb/VMT) x (100 - Eficiencia de remoción (%))			
Factor de Emisión (EF) de PM10					
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	3,502.8	3,502.8	3,387.4	3,387.4
	Anual	2,183.2	2,183.2	2,111.3	2,111.3
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	3,502.8	3,502.8	3,387.4	3,387.4
	Anual	2,183.2	2,183.2	2,111.3	2,111.3
Factor de Emisión (EF) de PM2.5					
EF Sin control, g/VKT	Corto plazo	537.1	537.1	519.4	519.4
	Anual	334.8	334.8	323.7	323.7
EF Controlado, g/VKT	Corto Plazo	537.1	537.1	519.4	519.4
	Anual	334.8	334.8	323.7	323.7
Emisión Estimada (ER)					
PM10 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		7.5	12.0	1.7	1.7
t/año		16.9	27.0	7.6	7.6
PM2.5 ER kg/h (basado en una tasa diaria)		1.2	1.8	0.3	0.3
t/año		2.6	4.1	1.2	1.2
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]					
PM10 ER kg/h/km		15.1	15.1	1.7	1.7
PM2.5 ER kg/h/km		2.3	2.3	0.3	0.3

Fuente: USEPA, 2006 (AP-42, Section 13.2.2 Unpaved Roads)

[a] Los datos del contenido del limo fueron extraidos de los resultados granulometricos presentados en el Estudio de Suelos del EIA del Proyecto Cerro Quema (Ene
[b] Para convertir en gramos por kilómetros recorridos por los vehículos (g/VKT), se utiliza el siguiente factor : 1 lb/VMT = 281,9 g/VKT (453,6 g/lb x 0,621 millas/kr
[c] Based on total emissions (ER, kg/hr) divided by 1/2 total route traveled (round trip

TABLE 6
ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE PM10/PM2.5 DEL TUBO DE ESCAPE DE LOS CAMIONES DE ACARREO
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		RUTA 1 Desde la pila de Topsoil 1 hacia WRD	RUTA 2 Desde la pila de Topsoil 2 hacia WRD	RUTA 3 Desde la pila de Topsoil 3 hacia HLF	RUTA 4 Desde la pila de Topsoil 4 hacia HLF	RUTA 5 Desde la pila de Topsoil 5 hacia HLF
Ruta Afirmada ID		**UP1A**	**UP2A**	**UP3A**	**UP4A**	**UP5A**
Información General						
Tipo de Vehículo		Haul truck	Haul truck	Haul truck	Haul truck	Haul truck
Modelo de Vehículo [a]	Diario, ida y vı	1.20	1.20	0.70	1.00	1.60
Distancia recorrida/vehículo, km	Diario	31	31	30	43	69
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT	Anual	5,616	5,616	5,418	7,740	12,384
Kilómetros recorridos por vehículos, VKT		30	30	30	30	30
Velocidad promedio del vehículo (km/h) [b]		367	367	367	367	367
Potencia del motor (hp)		55	55	55	55	55
Velocidad máxima del vehículo (km/h)		200	200	200	200	200
Potencia operativa del motor (hp)		20	20	20	20	20
Factor de Emisión Estimado para Tubos de Escape - PTS [b]						
PTS/PM_{10} EF, g/hp-h		0.285	0.285	0.285	0.285	0.285
Ecuación EF (g/km/camión) = EF del tubo de escape (g/hp-h) x Potencia operativa (hp) x 1/Velocidad del vehículo (km/h)						
PTS/PM_{10} EF, g/km/camión	Corto plazo	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Emisión Estimada (ER)						
Ecuación ER (kg/h) = EF del tubo de escape (g/km/camión) x (kg/1000 g) x VKT/día x (1/24)						
PTS - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004	0.007
PTS - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015	0.024
PM10 - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004	0.007
PM10 - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015	0.024
PM2.5 - Corto Plazo, kg/h		0.003	0.003	0.003	0.004	0.007
PM2.5 - Anual, t/año		0.011	0.011	0.010	0.015	0.024
Tasa de emisión por unidad de longitud (ERUL) a corto plazo [c]						
PTS ER kg/h/km		0.005	0.005	0.008	0.008	0.008
PM10 ER kg/h/km		0.005	0.005	0.008	0.008	0.008

[a] Velocidad promedio del vehículo en base a la información del proyecto proporcionada a Golder.

[b] Factores de emisión para rutas de acarreo y concentrado en g / hp-h se basan en factores de emisión ajustados estimados en la Tabla 14.

[c] Calculado en base a las emisiones totales (ER, kg / h) dividido por 1/2 ruta total recorrida (ida y vuelta)

1567
1568

TABLA 7
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISION DE PM Y LOS RATES DE LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Transfer No. 1 Material Handling at Topsoil Pile 1	Transfer No. 2 Material Handling at Topsoil Pile 2	Transfer No. 3 Material Handling at Topsoil Pile 3	Transfer No. 4 Material Handling at Topsoil Pile 4	Transfer No. 5 Material Handling at Topsoil Pile 5	Transfer No. 6 Material Handling at WRD	Transfer No. 7 Material Handling at HLF
Puntos de Transferencia		TF1 1. Carga de Camiones	TF2 1. Carga de Camiones	TF3 1. Carga de Camiones	TF4 1. Carga de Camiones	TF5 1. Carga de Camiones	TF6 1. Descarga de Camiones	TF7 1. Descarga de Camiones
Información Operacional								
Actividad, horas	Diario	20	20	20	20	20	20	20
Horas de operación (para propósito del modelo)	Diario	20	20	20	20	20	20	20
días	Anual	180	180	180	180	180	180	180
Información del Manejo del Material								
Tipo de Material		Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla	Topsoil & Arcilla
Movimiento de Material								
t/h	Horario	48.4	48.4	80.8	80.8	80.8	96.8	242.5
t/día	Diario	968	968	1,617	1,617	1,617	1,936	4,850
Mg/día (megagramos/día)	Diario	968	968	1,617	1,617	1,617	1,936	4,850
kt/año (kilotoneladas/año) [a]	Anual	174,208	174,208	290,983	290,983	290,983	348,416	872,950
Mg/año (megagramos/año)	Anual	174,208	174,208	290,983	290,983	290,983	348,416	872,950
Contenido de Humedad (M), % (nominal) [b]		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Número de Transferencias		1	1	1	1	1	1	1
Características Generales del Sitio								
Velocidad Media del Viento, m/s [c]	Diario	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
	Anual	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (MP)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Multiplicador de Tamaño de Partícula	k (PM-10)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Información del Control de Emisiones								
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)								
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/Mg) = k x (0,0016) x $(U / 2,2)^{1,3}$/$[(M / 2)^{1,4}]$						
Ecuación EF con control (CEF)		CEF (kg/Mg) = UEF (lb/ton) x [100% - Eficiencia de Remoción (%)]						
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10						
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521	0.002521
	Anual	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728	0.000728
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10								
EF sin control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
EF con control, kg/Mg	Corto Plazo	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192	0.001192
	Anual	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344	0.000344
Tasa de Emisión (ER) Estimada								
PM-10 ER kg/h (diariamente)		0.0577	0.0577	0.0964	0.0964	0.0964	0.1154	0.2891
t/año		0.0600	0.0600	0.1002	0.1002	0.1002	0.1200	0.3006
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.0087	0.0087	0.0145	0.0145	0.0145	0.0173	0.0434
t/año		0.0090	0.0090	0.0150	0.0150	0.0150	0.0180	0.0451

Source: Emission factor: USEPA, 2006; AP-42, Section 13.2.4 for Aggregate Handling and Storage Piles.

[a] Based on Mining Plan from Cerro Quema (Pershimco, 2015).
[b] Moisture content based on Process Design Criteria of Cerro Quema Project (KCA, 2015)
[c] Mean wind speed is based in 2014-2015 measurements made at the mine site. Daily average wind speed is based on the 90th percentile.
[d] Information based on Process Design Criteria of Cerro Quema Project (KCA, 2015)

1568
15/4

TABLA 8
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE MP
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parámetros		Erosion Eolica No. 1 Topsoil Pile 1	Erosion Eolica No. 2 Topsoil Pile 2	Erosion Eolica No. 3 Topsoil Pile 3	Erosion Eolica No. 4 Topsoil Pile 4	Erosion Eolica No. 5 Topsoil Pile 5	Erosion Eolica No. 6 WRD	Erosion Eolica No. 7 HLF
Punto/Área de Emisión		**WE1**	WE2	**WE3**	**WE4**	**WE5**	**WE4**	**WE5**
Información de la Pila de Almacenamiento								
Tipo de Material en Pila		Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay	Topsoil&clay
Rendimiento de Material (t/año) - Anual		89,600.0	89,600.0	149,666.7	149,666.7	149,666.7	179,200.0	449,000.0
Rendimiento de Material (t/día) - Diario		497.8	497.8	831.5	831.5	831.5	995.6	2,494.4
Altura de la Pila (m) [b]		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Area de la Superficie de la Pila (m^2) [a]		4,978	4,978	8,315	8,315	8,315	9,956	24,944
Largo de la superficie disturbada (m) [b]		75	75	100	100	100	100	200
Ancho de la superficie disturbada (m) [b]		75	75	100	100	100	100	200
Área de material de superficie (hectáreas)		5.625	5.625	10.000	10.000	10.000	10.000	40.000
Tamaño del área de la superficie activa (hectáreas) [c]		0.56	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
Carácterísticas Generales del Sitio								
Días de precipitación mayor que o	Diario	0	0	0	0	0	0	0
igual a 0,25 mm (p)	Anual	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5	137.5
Tiempo (%) que la velocidad del viento sin obtruccion	Diario	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
supera los 5,4 m/s en la altura media de la pila (f)	Anual	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Contenido de Limo (s) (%)		33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM (k)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Multiplicador de Tamaño de Partícula, PM-10 (k)		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Información del Control de Emisiones								
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0	0	0	0	0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF)								
Ecuación EF sin control (UEF)		UEF (kg/día/ha) = k x 1.9 x (s/1.5) x ((365 - p)/235) x (f/15)						
Ecuación (Final) EF con control (CEF)		CEF (kg/día/ha) = UEF (kg/día/ha) x (100 - Eficiencia de Remoción (%))						
Ecuación sin control (UEF) - con control EF, PM-2,5		PM-2,5 = 0,15 x PM-10						
Factor de Emisión (EF) Calculado para MP								
EF sin control, kg/día/ha	Short term	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90
	Annual	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92
EF con control, kg/día/ha	Short term	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90	146.90
	Annual	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92
Factor de Emisión (EF) Calculado para PM-10								
EF sin control, kg/día/ha	Short term	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29
	Annual	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
EF con control, kg/día/ha	Short term	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29	47.29
	Annual	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
Tasa de Emisión (ER) Estimada								
PM-10 ER kg/h (diariamente)		1.108	1.108	1.970	1.970	1.970	1.970	7.881
t/año		1.429	1.429	2.540	2.540	2.540	2.540	10.160
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.166	0.166	0.296	0.296	0.296	0.296	1.182
t/año		0.214	0.214	0.381	0.381	0.381	0.381	1.524

Fuente: USEPA, 1992 (Antecedentes de Polvo Fugitivo e Información Técnica para las Mejores Medidas, Section 2.3.1.3.3, Erosión Eólica de Pilas Activas Constantes)

[a] Altura de una pila rectangular formada por materiales de producción diaria estimada; área superficial calculada dividida por el columen y por la altura.

[b] Dimensiones alteradas de área de superficie son suposiciones conservadoras.

TABLA 9
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y LAS TASAS DE EMISIÓN DE PM PARA LAS ACTIVIDADES DEL BULLDOZING
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Bulldozing No. 1 Bulldozing at WRD	Bulldozing No. 2 Bulldozing at HLF
Área/Punto de Emisión		BD 1	BD 2
Información Operacional			
Horas de Actividad Diaria	Diario	20	20
Horas de Operación (para el propósito del modelai	Diario	20	20
Días de Actividad al Año	Anual	180	180
Número de Unidades		1	1
Información del Manejo del Material			
Contenido de Humedad (M) (%)		4.0	7.0
Características Generales del Sitio			
Contenido de Limo (s)(%) [b]		33.6	33.6
Información del Control de Emisiones			
Método de Control de Emisiones		Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0
Ecuaciones del Factor de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15 [a]	$UEF\ (kg/h) = 0{,}45 \times (s)^{1.5} / (M)^{1.4}$		
Ecuación EF con control (CEF) para PM-15	CEF (kg/h) = UEF (kg/Mg) x [100 - Eficiencia de Remoción (%)]		
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-10	$UEF\ (kg/h) = 0{,}75 \times UEF\ de\ PM_{15}$		
Ecuación EF con control (CEF) para PM-10	$CEF\ (kg/h) = 0{,}75 \times CEF\ de\ PM_{15}$		
Factores de Emisión (EF) Calculados para PM-15 y PM-10			
EF sin control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58	5.75
EF con control PM-15, kg/h	Corto Plazo, Anual	12.58	5.75
EF sin control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44	4.31
EF con control PM-10, kg/h	Corto Plazo, Anual	9.44	4.31
Tasa de Emisión Estimada (ER)			
PM-10 ER kg/h (diariamente)		9.44	4.31
t/año		33.98	15.52
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		1.42	0.65
t/año		5.10	2.33

Fuente: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11.9 for Western Surface Coal Mines).

[a] Basado en las actividades de bulldozing para la sobrecapa.

1574

1571
1572

TABLA 10
ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES Y TASAS DE EMISIÓN DE MP PARA LAS ACTIVIDADES DE NIVELACIÓN DURANTE LAS OPERACIONES DE MINA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametros		Nivelacion 1	Nivelacion 2
		Grading at WRD	Grading at HLF
Área/Punto de Emission		GD1	GD2
Información Operacional			
Horas de Actividad Diaria	Daily	20	20
Horas de Operación (para el propósito del mod	Daily	20	20
Días de Actividad al Año	Annual	180	180
Número de Unidades		2	2
Información del Vehículo			
Velocidad Media del Vehículo (S) (km/h) [a]		5	5
Cálculo de Kilómetros Recorridos por Vehículo (VKT)			
Número de vehículos	Daily	2	2
	Annual	360	360
Utilización de Nivelación utilizado por día [a]	%	100	100
Distancia Recorrida/Vehículo/Día [b]	km	100	100
VKT (Número de vehículos x km recorrido)	Daily	200	200
	Annual	36000	36000
Método de Control de Emisiones [c]		Ninguno	Ninguno
Eficiencia de Remoción en el Control de Emisión, %		0	0
Ecuaciones de Factores de Emisión (EF) para PM-15 y PM-10			
Ecuación EF sin control (UEF) para PM-15	UEF (kg/VKT) = 0,0056 x $S^{2.0}$ x Scaling Factor		
Factor de Escala - PM-15		1.0	1.0
Factor de Escala - PM-10		0.6	0.6
Ecuaciones de Factor de Emisión (EF) para PM & PM-2,5			
Ecuación EF sin control (UEF) para MP	UEF (kg/VKT) = 0 0034$(S)^{2.5}$ x Scaling Factor		
Factor de Escala - PM		1.0	1.0
Factor de Escala - PM-2,5		0.031	0.031
Factor de Emisión (EF) Calculado			
EF sin control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14
EF con control para PM-15, kg/VKT		0.14	0.14
EF sin control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08
EF con control para PM-10, kg/VKT		0.08	0.08
EF sin control para PM, kg/VKT		0.19	0.19
EF con control para PM, kg/VKT		0.19	0.19
EF sin control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01
EF con control para PM-2,5, kg/VKT		0.01	0.01
Tasa de Emisión Estimada (ER)			
PM-10 ER kg/h (diariamente)		1.68	1.68
t/año		6.05	6.05
PM-2,5 ER kg/h (diariamente)		0.12	0.12
t/año		0.42	0.42

Source: USEPA, 1998 (AP-42, Section 11 9 for Western Surface Coal Mines)

[a] Velocidad media y utilización del nivelador asumida

[b] Distancia Recorrida por Día = Velocidad Promedio del Vehículo x Horas de Actividades Diarias (h/día) x Grado de tilización por Día (%)

[c] Based on Fugitive Dust Background Document and Technical Information Document for Best Available Control Measures - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)Basado en el Documento de Polvo Fugitivo y Documento Técnico de Información para Mejor Control de Mediciones Disponibles - OAQPS, EPA-450/2-92-004 (EPA, 1992)

TABLA 11
ESTIMACIÓN DE FACTORES .MISIÓN DE ESCAPE PARA MAQUINARIA DIÉSEL FUERA DE RUTA ASOCI.. .S CON LOS EQUIPOS DE MINA
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Descripción del Vehículo	Modelo del Vehículo	Número de Vehículos	Operacion de Equipos	Potencia del Motor (hp) [a]	Clasificación del Motor	Horas de Operacion	Factores de Emisión sin Ajustar (UAF) [b]		Factores de Ajustes Transitorios (TAF) [c]		Deterioro (DF) [d]	S Ajuste [e]	Adjusted Emission Factor (UAFxTAFxDF) [f]	Ratios de Emision	
							PM_{10}	BSFC	PM_{10}	BSFC	PM_{10}	$S_{PM\ adj}$	PM_{10}	Horario $PM_{10}/PM_{2.5}$	Anual $PM_{10}/PM_{2.5}$
							(g/hp-hr)	(lb/hp-hr)				(g/hp-hr)	(g/hp-hr)	(kg/hr)	(ton/yr)
Camiones de Acarreo															
Topsoil and clay transport	CAT 730C	2	2	367	3	3,600	0.1500	0.367	1.23	1.01	1.473	-0.013	0.265	---	---
Deposito de Desmonte									1.97	1.18					
Back Hoe	CAT 385CL	2	2	330	2	3,600	0.1316	0.367	1.95	1.01	1.473	0.074	0.304	0.20	0.72
Dozer	CAT D6	2	2	150	4	3,600	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.05	0.18
Grader	Cat 14H	2	2	170	2	3,600	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.09	0.31
													Total	0.335	1.206
Plataforma de Lixiviacion															
Back Hoe	CAT 385CL	2	2	330	2	3,600	0.1316	0.367	1.97	1.18	1.473	0.087	0.295	0.19	0.70
Dozer	CAT D6	2	2	150	4	3,600	0.0690	0.367	1.47	1.01	1.473	-0.013	0.162	0.05	0.18
Grader	Cat 14H	2	2	170	2	3,600	0.1800	0.367	1.23	1.01	1.473	0.074	0.252	0.09	0.31
													Total	0.329	1.186

Source: Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modelling – Compression Ignition – Report No. NR-009D.

[a] Cero horas, estado estable de los factores de emisión para los motores de encendido fuera de ruta, Tabla 4A.

[b] Factores de ajuste transitorios por tipo de equipamiento para maquinaria de encendido fuera de ruta, Tabla 5A.

[c] Factores de deterioro para maquinarias con motores diésel, Tabla 6A.

[d] El ajuste del factor de emisión de MP a tener en cuenta en las variaciones de azufre en el combustible, se realiza mediante la siguiente ecuación

[e] Adjustment to PM emission factor to account for variations in fuel sulfur content is made using the following equation -

$S_{PM\ adj}$ = BSFC x 453.6 x 7.0 x soxcnv x 0.01 x (soxbas - soxdsl), where

soxcnv = 0.02247 grams PM sulfur/grams fuel sulfur consumed
soxbas = 0.33 percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 1 and 2)
0.0015 percent (default certification fuel sulfur weight percent for diesel engines, Tier Ratings 3 and 4)
soxdsl = 0.05 percent (based on 500 pm sulfur diesel)

[f] Para todos los contaminantes excepto MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF.
Para MP, Factor de Emisión Ajustado = UAF x TAF x DF - $S_{PM\ ajust}$.

1573

APÉNDICE D

TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha:	Diciembre 21, 2015	**Proyecto No.:**	15-38534
Para:	Pierre Bureau and Octavio Choy	**Compañia:**	Golder Associates Inc, Reno
De:	David Buff		
cc:	Todd Minard, Benny Susi, Sal Mohammad	**Email:**	
RE:	**INVENTARIO DE EMISIONES E IMPACTOS DE CIANURO DE HIDROGENO Y MERCURIO DE LA OPERACIÓN MINERA CERRO QUEMA**		

INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) ha propuesto la construcción de una mina de oro a tajo abierto convencional en Panamá. El mineral proveniente de los tajos será triturado y luego se transportará mediante faja para apilarlos y aplicar el procesamiento de mineral a través de una lixiviación convencional. Se estima que la tasa de procesamiento de mineral mensual será de 310 000 toneladas métricas, o 3 720 000 toneladas métricas por año. PRO ha recibido recientemente los comentarios de la ANAM para el Proyecto Cerro Quema, donde se hace el requerimiento de una explicación más detallada sobre el riesgo de dispersión de las emisiones atmosféricas fugitivas de las operaciones de procesamiento de mineral que puede tener un cierto nivel de toxicidad (vapores, aerosoles), teniendo en cuenta la ubicación topográfica de la mina en aguas arriba de una quebrada y la ubicación de las áreas pobladas aguas abajo (vientos).

El cianuro de hidrógeno (HCN) y el mercurio (Hg) se han identificado como las emisiones atmosféricas provenientes de las operaciones de procesamiento de mineral que pueden potencialmente afectar a zonas cercanas. Los receptores más cercanos están en un radio de 4,5 ~ 5 kilómetros (km) del proyecto. Los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en las minas de oro de Estados Unidos identificaron estos dos contaminantes como motivo de preocupación en relación a las operaciones de procesamiento de mineral de oro. La USEPA últimamente ha establecido las normas de emisión para Hg asociadas a las operaciones de procesamiento térmico en la categoría de extracción de oro como fuentes puntuales. Se ha encontrado que las emisiones de HCN son principalmente fugitivas en la naturaleza, por lo que se considera poco práctico establecer normas sobre estas emisiones.

Para dar respuesta a los comentarios de la ANAM, Golder ha calculado las emisiones de estos parámetros y realizado un análisis de detección con un modelo de dispersión atmosférica para estimar el impacto promedio horario y anual de HCN y Hg para el proyecto minero Cerro Quema. El análisis de detección tiene por objeto proporcionar una evaluación preliminar de los impactos potenciales asociadas

Golder Associates Inc.
6026 NW 1st Place
Gainesville, FL 32607 USA
Tel: (352) 336-5600 Fax: (352) 336-6603 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

a las actividades de procesamiento del Proyecto, utilizando métodos conservadores con lo cual se espera que se produzcan impactos más altos de lo real. Un mayor detalle de las evaluaciones de impacto de calidad del aire de estas emisiones se pueden realizar utilizando métodos más refinados cuando esto sea necesario.

Área de Estudio

Golder realizo el cálculo de emisiones y el análisis de impacto de la calidad del aire para las emisiones fugitivas de HCN para superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación y de las pozas de procesamiento propuesto de la mina Cerro Quema. Golder también estimó las emisiones y el análisis de impacto de las emisiones de Hg asociado a las operaciones de tratamiento térmico localizado adyacente a la plataforma de lixiviación, así como las emisiones de Hg fugitivas de las pilas de lixiviación.

Estimación de la Emisiones del Proyecto

De acuerdo a la literatura revisada, se identificó una serie de fuentes de HCN fugitivos asociados con las operaciones de extracción de oro. Estos incluyen superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de las plataformas de las pilas de lixiviación, pozas, relaves y tanques. El proyecto propuesto incluye todas estas fuentes, con la excepción de los relaves. Bajo este contexto, se identificaron los factores de emisión que podrían aplicarse al Proyecto para cada tipo de fuente.

Los factores de emisión de HCN se basan en el flujo en gramos por metro cuadrado por segundo ($g/m^2/s$) para cada categoría de fuente. Por lo tanto, se estimaron las emisiones de HCN del Proyecto basado en las áreas (m^2) de las diferentes categorías de fuentes. La Tabla 1 resume las estimaciones de las emisiones de HCN. La información del área de las superficies activas (bajo el proceso de lixiviación) e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación, pozas de solución rica y de eventos fueron proporcionados por PRO, mientras que el área de los tanques se estimó en base al valor máximo de tres minas de oro que se presenta en el informe titulado "Flujo de HCN basado en la evaluación de Calidad del Aire de las emisiones de cianuro de hidrógeno de fuentes fugitivas asociadas a operaciones mineras en Nevada, utilizando la cámara tecnológica de aislamiento de flujo de la USEPA" (Schmidt, 2010). De la misma referencia se obtuvieron los flujos de HCN para cada categoría de fuente. Los flujos promedio de las diferentes fuentes de las tres minas de oro que se presentan en este informe fueron utilizados para estimar las emisiones de HCN para el Proyecto Cerro Quema.

Las emisiones de Hg del proyecto son tanto de fuentes puntuales tales como el horno de carbón, extracción electrolítica, horno de derretimiento y las retortas de Hg; así como de fuentes fugitivas, que incluyen las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación en. La Tabla 2 resume tanto las emisiones de fuentes puntuales y las emisiones fugitivas. Las emisiones de Hg de fuentes puntuales fueron calculadas en base al rendimiento del concentrado aurífero de las retortas de Hg y el

factor de emisión en libras por tonelada de concentrado (libras/tonelada). La información de rendimiento del concentrado fue proporcionada por PRO y los factores de emisión se obtuvieron del informe titulado "Desarrollo de los MACT en Suelos y MACT para el NEASHAP límite para el Procesamiento y Producción de Minas de Oro" (USEPA, 2010). En dicho informe, se estudiaron los factores de emisión de Hg de diferentes unidades de 11 instalaciones con retortas de Hg y horno de carbón. Los factores de emisión del horno de fusión y las retortas de Hg con dispositivo de control se promediaron y se aplican al proyecto. Para los factores de emisión de la extracción electrolítica y horno de carbón, se utilizaron los datos sin dispositivo de control.

Las emisiones de Hg fugitivos se basan en el flujo en g /m^2/s de las superficies activas e inactivas de la plataforma de pilas de lixiviación. Los datos de flujo se basaron en la presentación titulada "Emisiones fugitivas de mercurio en operaciones mineras en Nevada, EE.UU." escritos por CS Eckley. El factor de emisión para las plataformas inactivas se supone que es la misma que para los residuos del tratamiento.

METODOLOGIA DE MODELAMIENTO Y SUPUESTOS

Modelamiento general y Enfoque de Análisis

Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó para estimar los impactos a sotavento, tanto de HCN y Hg a distancias especificadas (1, 3 y 5 km) del Proyecto. El modelo de la USEPA SCREEN3 fue desarrollado para un método de fácil uso para la obtención de las concentraciones de contaminantes a sotavento de una sola fuente. Este modelo puede calcular los promedios de concentraciones máximas a nivel del suelo en 1 hora a una determinada distancia, incorporando los efectos de edificios si estos estuvieran presentes. Las fuentes de área y fuentes de volumen también se pueden modelar. El SCREEN3 examina una amplia gama de condiciones meteorológicas integradas, incluyendo todas las clases de estabilidad y velocidades del viento para encontrar máximos impactos. Debido a la combinación intrínseca de las condiciones meteorológicas diseñados para predecir máximos impactos, las concentraciones SCREEN3 pronosticados son conservadoramente mayores que las concentraciones pronosticadas por un modelo refinado de dispersión de aire, con datos meteorológicos horarios en tiempo real.

Desde que los datos meteorológicos de superficie por hora no se encontraron disponibles, el modelo SCREEN3 fue utilizado como un enfoque conservador. El SCREEN3 es un modelo de una sola fuente, cada fuente de emisiones de HCN / Hg fue modelado por separado y se añadieron los impactos máximos a ciertas distancias a sotavento en forma conjunta, independientemente de la ubicación de las fuentes. En realidad, estas fuentes no se encuentran en el mismo lugar y, por lo tanto, los máximos impactos a sotavento no se producen en el mismo lugar. Este enfoque, sin embargo, proporciona una estimación muy conservadora de los impactos a sotavento y también muestra cómo estos impactos disminuyen con la distancia.

Las fuentes de HCN del Cerro Quema se modelaron como una fuente de área con una altura de descarga de 1 m por encima del suelo. Las fuentes de área son fuentes sin velocidad de salida inicial o temperatura de escape. El flujo de emisiones para cada fuente se utilizó como la tasa de emisión. El área de origen se supone que es un área cuadrada equivalente al área real de la fuente. El mismo método se aplicó a la modelización de Hg fugitivo. Para el modelado de la fuente puntual de Hg, se consideró la siguiente información de la pila: Altura de pila - 3 m, diámetro de base - 0,1 m, velocidad de salida - 0,01 m/s, temperatura de salida - 293 K.

La estabilidad "F" (moderadamente condiciones estables) se utilizó en el modelado, que es la clase de estabilidad que genera los mayores impactos. Además, se utilizó la velocidad del viento media del sitio específico de 3,6 m/s en el análisis, que se basa en mediciones meteorológicas realizadas en la Estación Meteorológica Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94. Sobre la base de los tres periodos de monitoreo de datos meteorológicos en 1994, los datos de este período proporciona la velocidad del viento media más baja, que se utilizó en el análisis como un enfoque conservador para maximizar impactos en la calidad del aire.

RESULTADOS DE MODELAMIENTO

Los resultados de los análisis de detección se presentan en las tablas 3 y 4. Desde SCREEN3 sólo genera concentraciones promedio de 1 hora, los resultados SCREEN3 fueron multiplicados por el factor multiplicador de la USEPA de 0,08 para estimar el impacto promedio anual. Golder investigó que concentraciones ambientales aceptables máximos para estos parámetros en varias agencias ambientales estatales en los EE.UU a partir de la generación de una instalación industrial. Las evaluaciones se hacen típicamente mediante la predicción de máximas concentraciones fuera de la propiedad utilizando modelos de dispersión de aire y comparando el máximo impacto con un valor umbral. A modo de ejemplo, el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ, por sus siglas en inglés) ha desarrollado concentraciones ambientales agudos de calidad del aire (AAAC, por sus siglas en inglés) y concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire (CAAC, por sus siglas en inglés). Por ende se sugiere que las concentraciones horarias máximas modeladas para este proyecto se comparen con las AAAC y las concentraciones modeladas anuales se comparen con el CAAC. El ADEQ establece que el AAAC de HCN es 3900 $\mu g/m^3$ y el de Hg es 1000 $\mu g/m^3$; asimismo, el CAAC de HCN es 3,13 $\mu g/m^3$ y el de Hg es 0.313 $\mu g/m^3$. Golder utilizó estos umbrales para evaluar los máximos impactos de HCN y Hg del proyecto Cerro Quema.

Como se muestra en la Tabla 3, la concentración total disminuye con la distancia desde el proyecto. Las concentraciones de HCN en 1 hora, el umbral AAAC no se supera a cualquier distancia a sotavento. Las concentraciones de HCN, a una distancia de 3 km a sotavento, la concentración total están por debajo del CAAC. Dado que los receptores más cercanos se encuentran a más de 4,5 km del proyecto, los impactos anuales HCN sobre los receptores más allá de esta distancia estarán por debajo de la CAAC

Los impactos de Hg del Proyecto son insignificantes y muy por debajo tanto de la AAAC y la CCAA, como se muestra en la Tabla 4. Por lo tanto, todas las áreas fuera del sitio del Proyecto no se verán afectados por las emisiones de Hg.

Como se señaló anteriormente, los impactos máximos que se presentan en las tablas 3 y 4 han sido obtenidos mediante la utilización de un modelo de dispersión atmosférica de detección y, por lo tanto, son muy conservadores. El uso de un modelo de dispersión de aire refinado como el modelo AERMOD de la USEPA se traduciría en menores concentraciones.

TABLAS

Tabla 1
Emisiones Fugitivas HCN, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m^2	Flujo, $g/m^2/s$ [a]	Emisiones HCN	
					Horario, g/s	Anual, Tonne/yr
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinker, Wet Surface	70,000	2.82E-06	0.1977	6.23
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.0031	0.10
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.0024	0.07
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	0.3334	10.51
Tanques	TK	Tanks	2,541	9.08E-06	0.0231	0.73
Total					**0.560**	**17.65**

Notas:

[a] El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada con el uso del flujo de la camara tecnologica de aislamiento de la USEPA". Dr. C.E. Schmidt, 2010.

Tabla 2
Emissions de Hg , Proyecto Cerro Quema

Fuentes Puntuales

Fuente	Ratio de Concentrado Semanal, kg/wk	Ratio de Concentrado Horario, tonne/s	Factor de Emision, g/tonne [a]	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr
Horno de Carbon	155	2.56E-07	1921.7	0.00049	0.01553
Extracción electrolítica	155	2.56E-07	940.0	0.00024	0.00760
Horno de fusión	155	2.56E-07	60.3	0.00002	0.00049
Retorta	155	2.56E-07	0.5	1.40E-07	4.40E-06
			Total	**0.00075**	**0.0236**

Fuentes Fugitivas

Fuente	Area, m2	Factor de Emision, Flujo, $g/m^2/s$ [b]	Emisiones Horarias, g/s	Emisiones Anuales, tonne/yr
Plataformas Activas	70,000	1.172E-09	0.000082	0.00259
Plataformas Inactivas	240,220	3.194E-10	0.000077	0.00242
Total		**Total**	**0.00016**	**0.00501**
		Total =	**0.00091**	**0.02863**

Notas:

[a] Los factores de emisión de mercurio se bsaron en el"Desarrollo de las Plantas MACT Y MACT para el NESHAP final para la mina de oro de mineral de procesamiento y Producción "(USEPA, 2010). La unidad se convirtió de libras tonelada para g/tonelada utilizando un multiplicador de 500.

[b] Los factores de emisión se basaron en "Emisiones Fugitivos de mercurio en las Minas de Oro de Nevada, EE.UU. " CS Eckley. El factor de emisión para la plataforma inactiva se asumio a una similar de la aplicable para los residuos del procesamiento.

Golder Associates

4584
1582

Tabla 3
Impactos de HCN a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuente	Categoria ID	Descripcion de la Categoria	Area, m^2	Flujo, g/m2/s a	Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio ($\mu g/m^3$) a distancias a Sotavento [b]			AAAC [c]	Resultados de SCREEN3 Anuales ($\mu g/m3$) a distancias a Sotavento [d]			CAAC [c]
					1 km	3 km	5 km	$\mu g/m^3$	1 km	3 km	5 km	$\mu g/m^3$
Plataforma Activa	Psprink	Active Pad, Sprinker, Wet Surface	70,000	2.82E-06	14.40	5.32	3.08		1.15	0.43	0.25	
Plataforma Inactiva	PI	Inactive Pad	240,220	1.30E-08	0.14	0.58	0.39		0.01	0.05	0.03	
Poza de solucion Rica	CO	Open Preg Channel, Tank, or Pond	7,134	3.30E-07	0.35	0.08	0.04		0.03	0.006	0.003	
Poza de Eventos	BP	Open Barren Ponds and Solution	28,698	1.16E-05	34.13	10.40	5.57		2.73	0.83	0.45	
Tanques	TK	Tanks	2,541.4	9.08E-06	3.95	0.81	0.41		0.32	0.06	0.03	
Total			**348,593**	**2.39E-05**	**52.96**	**17.20**	**9.48**	**3,900**	**4.24**	**1.38**	**0.76**	**3.13**

Notas

[a] El flujo de HCN Flux se baso en "Evaluación de Emisiones atmosféricas de cianuro de hidrógeno de Fuentes fugitivas en Minas de Oro en Nevada At Nevada" Dr. C.E. Schmidt, 2010.

[b] Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos; Velocidad del viento media específica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meterologicas en la estacion de Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94.

[c] AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

[d] Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0,08 para estimar las concentraciones medias anuales.

Tabla 4
Impactos de Hg a Sotavento, Proyecto Cerro Quema

Fuentes Puntuales		Resultados de SCREEN3 en 1-Hora promedio (µg/m3) a distancias a Sotavento [a]			AAAC [b]	Resultados de SCREEN3 Anuales (µg/m3) a distancias a Sotavento [c]			CAAC [b]
Source	Emisiones Horarias, g/s	1 km	3 km	5 km	µg/m^3	1 km	3 km	5 km	µg/m^3
Horno de Carbon	0.00049	9.0E-02	1.7E-02	8.7E-03		7.2E-03	1.4E-03	7.0E-04	
Extracción electrolíti	0.00024	4.4E-02	4.7E-05	1.2E-04		3.5E-03	3.7E-06	9.6E-06	
Horno de fusión	1.55E-05	5.8E-03	6.1E-06	2.9E-03		4.6E-04	4.9E-07	2.3E-04	
Retorta	1.40E-07	8.1E-04	4.2E-07	2.0E-04		6.5E-05	3.4E-08	1.6E-05	
Total	**0.00075**	**0.14061**	**0.01745**	**0.01191**		**0.01125**	**0.00140**	**0.00095**	
Fuentes Fugitivas									
	Emisiones Horarias, g/s	**1 km**	**3 km**	**5 km**		**1 km**	**3 km**	**5 km**	
	0.000082	6.0E-03	2.2E-03	1.3E-03		4.8E-04	1.8E-04	1.0E-04	
	0.000077	3.3E-03	1.4E-03	9.5E-04		2.7E-04	1.1E-04	7.6E-05	
	0.00016	**0.00930**	**0.00365**	**0.00223**		**0.00074**	**0.00029**	**0.00018**	
	0.00720	**0.14992**	**0.02110**	**0.01414**	**1,000**	**0.01199**	**0.00169**	**0.00113**	**0.313**

Notas:

[a] Modelo SCREEN3 de la USEPA se utilizó con la opción de "fuentes de área"; fuente altura de descarga de 1 m por encima del suelo; opción de dispersión rural; "F" clase de estabilidad (estable) utilizado para la estabilidad peor de los casos; Velocidad del viento media específica de sitio de 3.613 m/ s basada en observaciones meterologicas en la estacion de Cerro Quema durante el período 07/07/94 hasta 30/09/94.

[b] AAAC-concentraciones ambientales agudos de calidad del aire; CAAC- concentraciones crónicas ambiente de calidad del aire . Sobre la base de las directrices de modelización de aire del Departamento de Calidad Ambiental de Arizona.

[c] Resultados de SCREEN3 en 1 hora promedio fueron multiplicados por el factor multiplicador de la EPA de 0,08 para estimar las concentraciones medias anuales.

Golder Associates

4583
1584

APÉNDICE E

TABLA 1
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE MATERIAL PARTICULADO
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion Este m	Ubicacion Norte m	Ubicacion Elevacion m	Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m^3) Linea Base [a]	Resultados de Modelamiento [b]	Impactos Totales	AAQS [c] ($\mu g/m^3$)
PM_{10}	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	45.8	9.8	55.6	150
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	45.8	13.2	59.0	150
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	45.8	9.0	54.8	150
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	16.6	1.14	17.7	50
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	16.6	1.95	18.6	50
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	16.6	1.35	18.0	50
$PM_{2.5}$	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	6.9	5.26	12.1	35
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	6.9	5.72	12.6	35
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	6.9	4.14	11.0	35
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	2.5	0.44	2.9	12
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	2.5	0.70	3.2	12
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	2.5	0.51	3.0	12

[a] Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en mas de 5 locaciones cerca del ProyectO Cerro Quema (EM1-EM5) en Mayo, 2014.
La concentracion maxima promedio en 24 horasmonitoreada fue utilizada como concentracion de linea base o de fondo.
Desde que los registros de monitoreo de PM-2.5 no se encuentran disponibles, se ha utilizado el 15% de las concentraciones de PM-10 monitoreados como las concentraciones de linea base o de fondo de PM-2.5
La USEPA recomienda el 15% como fraccion de PM-2.5 en la estimacion de las emisiones de polvo fugitivo del trafico en las carreteras sin pavimentar.

[b] Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

[c] Estandares de Calidad del Aire de los Estados Unidos de Norteamerica (AAQS, por sus siglas en ingles).

4585
1586

TABLA 2
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE HCN y Hg
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion Este m	Ubicacion Norte m	Ubicacion Elevacion m	Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m^3) Linea Base [a]	Resultados de Modelamiento [b]	Impactos Totales	AAQS [c] (µg/m^3)
Hg	1 hora	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00082	0.00082	1,000
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00140	0.00140	1,000
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00099	0.00099	1,000
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00003	0.00003	0.313
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00006	0.00006	0.313
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00004	0.00004	0.313
HCN	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.61	0.61	3,900
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	1.00	1.00	3,900
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.73	0.73	3,900
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.038	0.038	3.13
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.063	0.063	3.13
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.046	0.046	3.13

[a] Se asumio que las concentraciones de linea base de estos parametros son insignificantes.

[b] Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

[c] En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparacion con las concentraciones cronicas de calidad del aire (CAAC).

TABLA 3
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE LA DEPOSICION
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Elementos Traza	Concentracion en Suelo [a] (ppm)	Deposicion Annual de los elementos traza sobre la deposcion annual de PM-10 en g/m^2									
		10 (g/m^2)	20 (g/m^2)	30 (g/m^2)	40 (g/m^2)	50 (g/m^2)	60 (g/m^2)	70 (g/m^2)	80 (g/m^2)	90 (g/m^2)	100 (g/m^2)
Ag	0.17	1.7E-06	3.4E-06	5.1E-06	6.8E-06	8.5E-06	1.0E-05	1.2E-05	1.4E-05	1.5E-05	1.7E-05
Al	87,000	8.7E-01	1.7E+00	2.6E+00	3.5E+00	4.4E+00	5.2E+00	6.1E+00	7.0E+00	7.8E+00	8.7E+00
As	8.50	8.5E-05	1.7E-04	2.6E-04	3.4E-04	4.3E-04	5.1E-04	6.0E-04	6.8E-04	7.7E-04	8.5E-04
Ba	220	2.2E-03	4.4E-03	6.6E-03	8.8E-03	1.1E-02	1.3E-02	1.5E-02	1.8E-02	2.0E-02	2.2E-02
Be	0.44	4.4E-06	8.8E-06	1.3E-05	1.8E-05	2.2E-05	2.6E-05	3.1E-05	3.5E-05	4.0E-05	4.4E-05
Bi	0.12	1.2E-06	2.4E-06	3.6E-06	4.8E-06	6.0E-06	7.2E-06	8.4E-06	9.6E-06	1.1E-05	1.2E-05
Ca	240	2.4E-03	4.8E-03	7.2E-03	9.6E-03	1.2E-02	1.4E-02	1.7E-02	1.9E-02	2.2E-02	2.4E-02
Cd	0.18	1.8E-06	3.6E-06	5.4E-06	7.2E-06	9.0E-06	1.1E-05	1.3E-05	1.4E-05	1.6E-05	1.8E-05
Co	46	4.6E-04	9.2E-04	1.4E-03	1.8E-03	2.3E-03	2.8E-03	3.2E-03	3.7E-03	4.1E-03	4.6E-03
Cr	62	6.2E-04	1.2E-03	1.9E-03	2.5E-03	3.1E-03	3.7E-03	4.3E-03	5.0E-03	5.6E-03	6.2E-03
Cu	670	6.7E-03	1.3E-02	2.0E-02	2.7E-02	3.4E-02	4.0E-02	4.7E-02	5.4E-02	6.0E-02	6.7E-02
Fe	64,000	6.4E-01	1.3E+00	1.9E+00	2.6E+00	3.2E+00	3.8E+00	4.5E+00	5.1E+00	5.8E+00	6.4E+00
Hg	0.05	5.0E-07	1.0E-06	1.5E-06	2.0E-06	2.5E-06	3.0E-06	3.5E-06	4.0E-06	4.5E-06	5.0E-06
K	14,000	1.4E-01	2.8E-01	4.2E-01	5.6E-01	7.0E-01	8.4E-01	9.8E-01	1.1E+00	1.3E+00	1.4E+00
Li	19	1.9E-04	3.8E-04	5.7E-04	7.6E-04	9.5E-04	1.1E-03	1.3E-03	1.5E-03	1.7E-03	1.9E-03
Mg	12,000	1.2E-01	2.4E-01	3.6E-01	4.8E-01	6.0E-01	7.2E-01	8.4E-01	9.6E-01	1.1E+00	1.2E+00
Mn	760	7.6E-03	1.5E-02	2.3E-02	3.0E-02	3.8E-02	4.6E-02	5.3E-02	6.1E-02	6.8E-02	7.6E-02
Mo	0.80	8.0E-06	1.6E-05	2.4E-05	3.2E-05	4.0E-05	4.8E-05	5.6E-05	6.4E-05	7.2E-05	8.0E-05
Na	410	4.1E-03	8.2E-03	1.2E-02	1.6E-02	2.1E-02	2.5E-02	2.9E-02	3.3E-02	3.7E-02	4.1E-02
Ni	16.00	1.6E-04	3.2E-04	4.8E-04	6.4E-04	8.0E-04	9.6E-04	1.1E-03	1.3E-03	1.4E-03	1.6E-03
P	380	3.8E-03	7.6E-03	1.1E-02	1.5E-02	1.9E-02	2.3E-02	2.7E-02	3.0E-02	3.4E-02	3.8E-02
Pb	69	6.9E-04	1.4E-03	2.1E-03	2.8E-03	3.5E-03	4.1E-03	4.8E-03	5.5E-03	6.2E-03	6.9E-03
Sb	6.20	6.2E-05	1.2E-04	1.9E-04	2.5E-04	3.1E-04	3.7E-04	4.3E-04	5.0E-04	5.6E-04	6.2E-04
Se	0.70	7.0E-06	1.4E-05	2.1E-05	2.8E-05	3.5E-05	4.2E-05	4.9E-05	5.6E-05	6.3E-05	7.0E-05
Sn	0.60	6.0E-06	1.2E-05	1.8E-05	2.4E-05	3.0E-05	3.6E-05	4.2E-05	4.8E-05	5.4E-05	6.0E-05
Sr	23	2.3E-04	4.6E-04	6.9E-04	9.2E-04	1.2E-03	1.4E-03	1.6E-03	1.8E-03	2.1E-03	2.3E-03
Ti	2,600	2.6E-02	5.2E-02	7.8E-02	1.0E-01	1.3E-01	1.6E-01	1.8E-01	2.1E-01	2.3E-01	2.6E-01
Tl	2.00	2.0E-05	4.0E-05	6.0E-05	8.0E-05	1.0E-04	1.2E-04	1.4E-04	1.6E-04	1.8E-04	2.0E-04
U	1.30	1.3E-05	2.6E-05	3.9E-05	5.2E-05	6.5E-05	7.8E-05	9.1E-05	1.0E-04	1.2E-04	1.3E-04
V	230	2.3E-03	4.6E-03	6.9E-03	9.2E-03	1.2E-02	1.4E-02	1.6E-02	1.8E-02	2.1E-02	2.3E-02
Y	8.70	8.7E-05	1.7E-04	2.6E-04	3.5E-04	4.4E-04	5.2E-04	6.1E-04	7.0E-04	7.8E-04	8.7E-04
Zn	65	6.5E-04	1.3E-03	2.0E-03	2.6E-03	3.3E-03	3.9E-03	4.6E-03	5.2E-03	5.9E-03	6.5E-03

[a] La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en llos futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1m a 10 m.

4567
1588

TABLA 4
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE LA DEPOSICION EN RECEPTORES
ESCENARIO DE OPERACION
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Concentracion en Suelo [a] (ppm)	Deposicion Annual de los elementos traza sobre la deposicion anual de PM-10 en g/m^2			CCME [b]
		R1 - La Llana (g/m^2)	R2 - Boca de Quema (g/m^2)	R3 - Rio Quema (g/m^2)	Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)
PM-10		2.78	1.28	4.02	
Elementos Traza - Metales (g/m^2)					
As	8.50	2.4E-05	1.1E-05	3.4E-05	
Ba	220	6.1E-04	2.8E-04	8.8E-04	
Cd	0.18	5.0E-07	2.3E-07	7.2E-07	
Cr	62	1.7E-04	7.9E-05	2.5E-04	
Cu	670	1.9E-03	8.6E-04	2.7E-03	
Hg	0.05	1.4E-07	6.4E-08	2.0E-07	
Ni	16.00	4.4E-05	2.0E-05	6.4E-05	
Pb	69	1.9E-04	8.8E-05	2.8E-04	
Se	0.70	1.9E-06	9.0E-07	2.8E-06	
Tl	2.00	5.6E-06	2.6E-06	8.0E-06	
U	1.30	3.6E-06	1.7E-06	5.2E-06	
V	230	6.4E-04	2.9E-04	9.2E-04	
Zn	65	1.8E-04	8.3E-05	2.6E-04	
Elementos Traza - Metales (mg/kg) [c]					
As	Arsenico	1.2E-03	5.5E-04	1.7E-03	12.0
Ba	Bario	3.1E-02	1.4E-02	4.4E-02	750.0
Cd	Cadmio	2.5E-05	1.2E-05	3.6E-05	1.4
Cr	Cromo	8.7E-03	4.0E-03	1.3E-02	64.0
Cu	Cobre	9.4E-02	4.3E-02	1.4E-01	63.0
Hg	Mercurio	7.0E-06	3.2E-06	1.0E-05	6.6
Ni	Niquel	2.2E-03	1.0E-03	3.2E-03	50.0
Pb	Plomo	9.6E-03	4.4E-03	1.4E-02	70.0
Se	Selenio	9.8E-05	4.5E-05	1.4E-04	1.0
Tl	Talio	2.8E-04	1.3E-04	4.0E-04	1.0
U	Uranio	1.8E-04	8.4E-05	2.6E-04	23.0
V	Vanadio	3.2E-02	1.5E-02	4.6E-02	130.0
Zn	Zinc	9.1E-03	4.2E-03	1.3E-02	200.0

[a] La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en llos futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1m a 10 m.
[b] Guias de Calidad Ambiental Canadienses (CCME, por sus siglas en ingles) para el suelo para uso agrario.
[c] La conversion de g/m^2 a mg/kg fue realizada en base a la densidad del suelo tipica de 2.6 g/cm3 y a una porcion de suelo de suelo con altura de 1m.
De esta manera, se pudo realizar la comparacion de las concentraciones de metales en el suelo en mg/kg con las guias canadienses para calidad de suelo para la agriucltura.

1588
1589

APÉNDICE F

TABLE 1
RESUMEN DE LOS IMPACTOS DE MATERIAL PARTICULADO
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion Este m	Ubicacion Norte m	Ubicacion Elevacion m	Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m^3) Linea Base [a]	Resultados de Modelamiento [b]	Impactos Totales	AAQS [c] (µg/m^3)	OMS Guias (µg/m^3)
PM_{10}	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	45.8	2.2	48.0	150	50
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	45.8	4.0	49.8	150	50
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	45.8	2.7	48.5	150	50
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	16.6	0.28	16.9	-	20
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	16.6	0.51	17.1	--	20
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	16.6	0.36	17.0	--	20
$PM_{2.5}$	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	6.9	1.23	8.1	35	25
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	6.9	1.94	8.8	35	25
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	6.9	1.36	8.2	35	25
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	2.5	0.11	2.6	12	10
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	2.5	0.19	2.7	12	10
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	2.5	0.14	2.6	12	10

[a] Las concentraciones de fondo se basan en concentraciones registradas las estaciones de monitoreo que se llevaron a cabo en mas de 5 locaciones cerca del ProyectO Cerro Quema (EM1-EM5) en Mayo, 2014.
Concentración máxima 24 horas se utiliza para la no-modelo de concentración de fondo.
Concentración mínimo de 24 horas se utiliza para la concentración de fondo no modelo de período de promedio anual.
Dado que los datos de vigilancia para las PM2,5 no está disponible, el 15% de las concentraciones de PM10 se utilizaron como las concentraciones de fondo de PM-2,5 US EPA recomienda el 15% de la fracción PM2.5 en la estimación de las emisiones de polvo fugitivo del tráfico recorrido en carreteras sin pavimentar.

[b] Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

[c] Estándares Nacionales de Estados Unidos Calidad del Aire Ambiental (NAAQS). La norma de PM10 media anual ha sido revocado en los EE.UU..

[d] Guias de la OMS. OMS proporciona también objetivos intermedios en reconocimiento de la necesidad de un enfoque gradual para Alcanzar las pautas recomendadas. OMS objetivos intermedios para PM10 son 150, 100, and 75.

TABLE 2
SUMMARY OF HCN AND Hg IMPACTS - OPERATION AND CLOSURE SCENARIOS
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Periodo	Receptor Codigo	Ubicacion Este m	Ubicacion Norte m	Ubicacion Elevacion m	Concentraciones Maximas Pronosticadas (ug/m^3) Linea Base [a]	Resultados de Modelamiento [b]	Impactos Totales	Concentraciones Limite [c] ($\mu g/m^3$)
Hg	1 hora	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00082	0.00082	1,000
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00140	0.00140	1,000
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00099	0.00099	1,000
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.00003	0.00003	0.313
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.00006	0.00006	0.313
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.00004	0.00004	0.313
HCN	24 horas	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.61	0.61	3,900
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	1.00	1.00	3,900
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.73	0.73	3,900
	Anual	R1-La Llana	546,862.8	831,574.8	83.7	0.0	0.038	0.038	3.13
		R2-Boca de Quema	548,675.4	831,233.9	119	0.0	0.063	0.063	3.13
		R3-Rio Quema	548,326.2	830,452.4	105	0.0	0.046	0.046	3.13

[a] Se asumio que las concentraciones de linea base de estos parametros son insignificantes.

[b] Maximas concentraciones pronosticadas por el modelo AERMOD.

[c] En base a los requisitos por el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, las concentraciones de 1 hora deben ser comparados con las concentraciones agudas de calidad del aire (AAAC) y las concentraciones anuales en comparacion con las concentraciones cronicas de calidad del aire (CAAC).

4594
1592

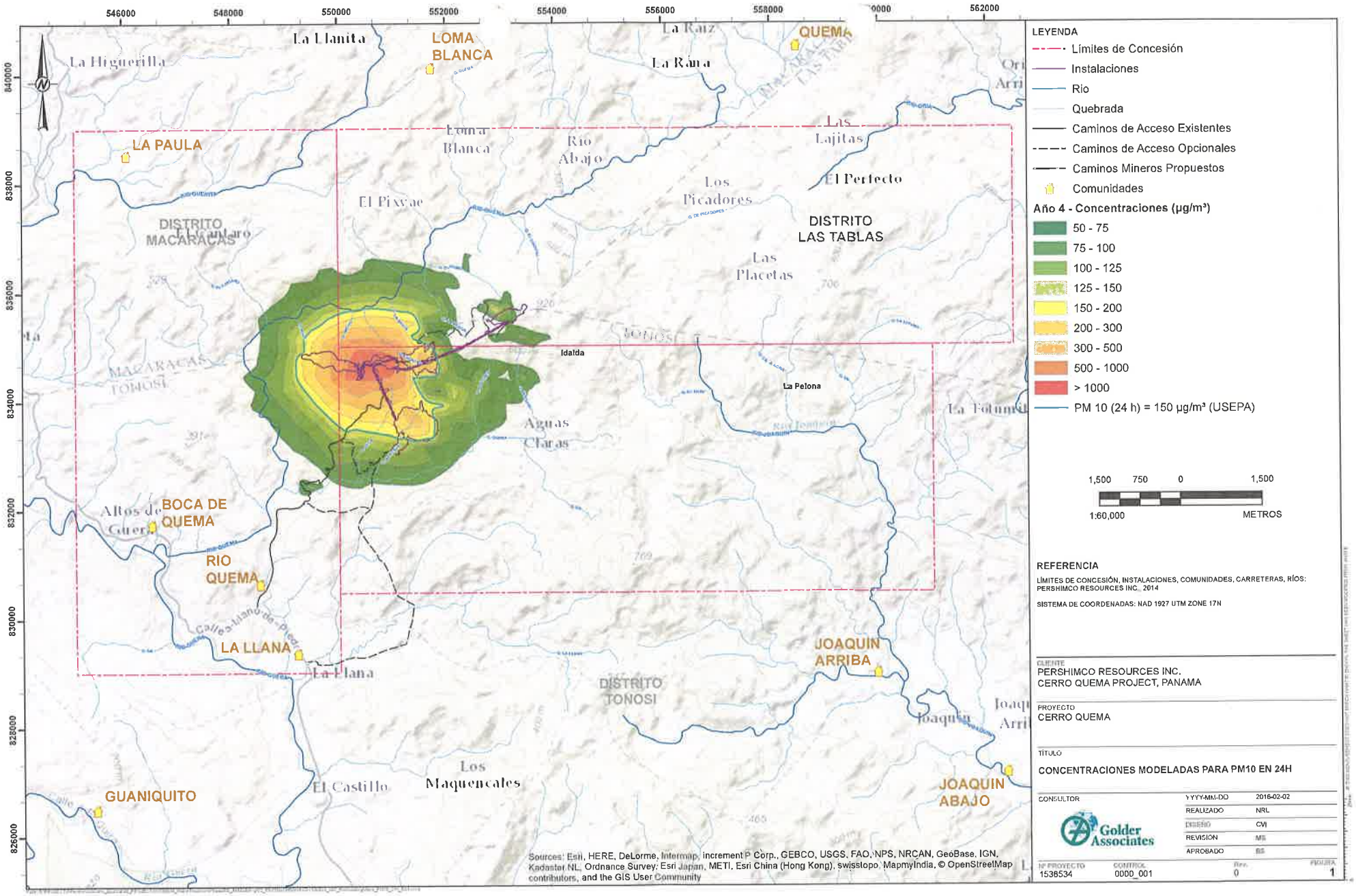
TABLE 3
SUMMARY OF METALLIC TRACE ELEMENT DEPOSITION IMPACTS AT SENSITIVE RECEPTOR LOCATIONS - MINE CLOSURE SCENARIO
ESCENARIO POST-CIERRE
PROYECTO MINERO CERRO QUEMA

Parametro	Concentracion en Suelo [a] (ppm)	Deposicion Annual de los elementos traza sobre la deposicion anual de PM-10 en g/m^2 R1 - La Llana (g/m^2)	R2 - Boca de Quema (g/m^2)	R3 - Rio Quema (g/m^2)	CCME [b] Calidad del Suelo - Agricultura (mg/kg)
Deposicion de PM_{10} en g/m^2 [b]		0.30	0.67	0.50	
Elementos Traza - Metales (g/m2) [c]					
As	8.50	2.5E-06	5.7E-06	4.3E-06	--
Ba	220	6.5E-05	1.5E-04	1.1E-04	--
Cd	0.18	5.3E-08	1.2E-07	9.0E-08	--
Cr	62	1.8E-05	4.1E-05	3.1E-05	--
Cu	670	2.0E-04	4.5E-04	3.4E-04	--
Hg	0.05	1.5E-08	3.3E-08	2.5E-08	--
Ni	16.00	4.7E-06	1.1E-05	8.0E-06	--
Pb	69	2.0E-05	4.6E-05	3.5E-05	--
Se	0.70	2.1E-07	4.7E-07	3.5E-07	--
Tl	2.00	5.9E-07	1.3E-06	1.0E-06	--
U	1.30	3.8E-07	8.7E-07	6.5E-07	--
V	230	6.8E-05	1.5E-04	1.2E-04	--
Zn	65	1.9E-05	4.3E-05	3.3E-05	--
Elementos Traza - Metales (mg/kg) [d]					
As	Arsenico	1.3E-04	2.9E-05	2.1E-05	12.0
Ba	Bario	3.3E-04	7.4E-04	5.5E-04	750.0
Cd	Cadmio	2.7E-07	6.1E-07	4.5E-07	1.4
Cr	Cromo	9.2E-05	2.1E-04	1.6E-04	64.0
Cu	Cobre	9.9E-04	2.3E-03	1.7E-03	63.0
Hg	Mercurio	7.4E-08	1.7E-07	1.3E-07	6.6
Ni	Niquel	2.4E-05	5.4E-05	4.0E-05	50.0
Pb	Plomo	1.0E-04	2.3E-04	1.7E-04	70.0
Se	Selenio	1.0E-06	2.4E-06	1.8E-06	1.0
Tl	Talio	3.0E-06	6.7E-06	5.0E-06	1.0
U	Uranio	1.9E-06	4.4E-06	3.3E-06	23.0
V	Vanadio	3.4E-04	7.7E-04	5.8E-04	130.0
Zn	Zinc	9.6E-05	2.2E-04	1.6E-04	200.0

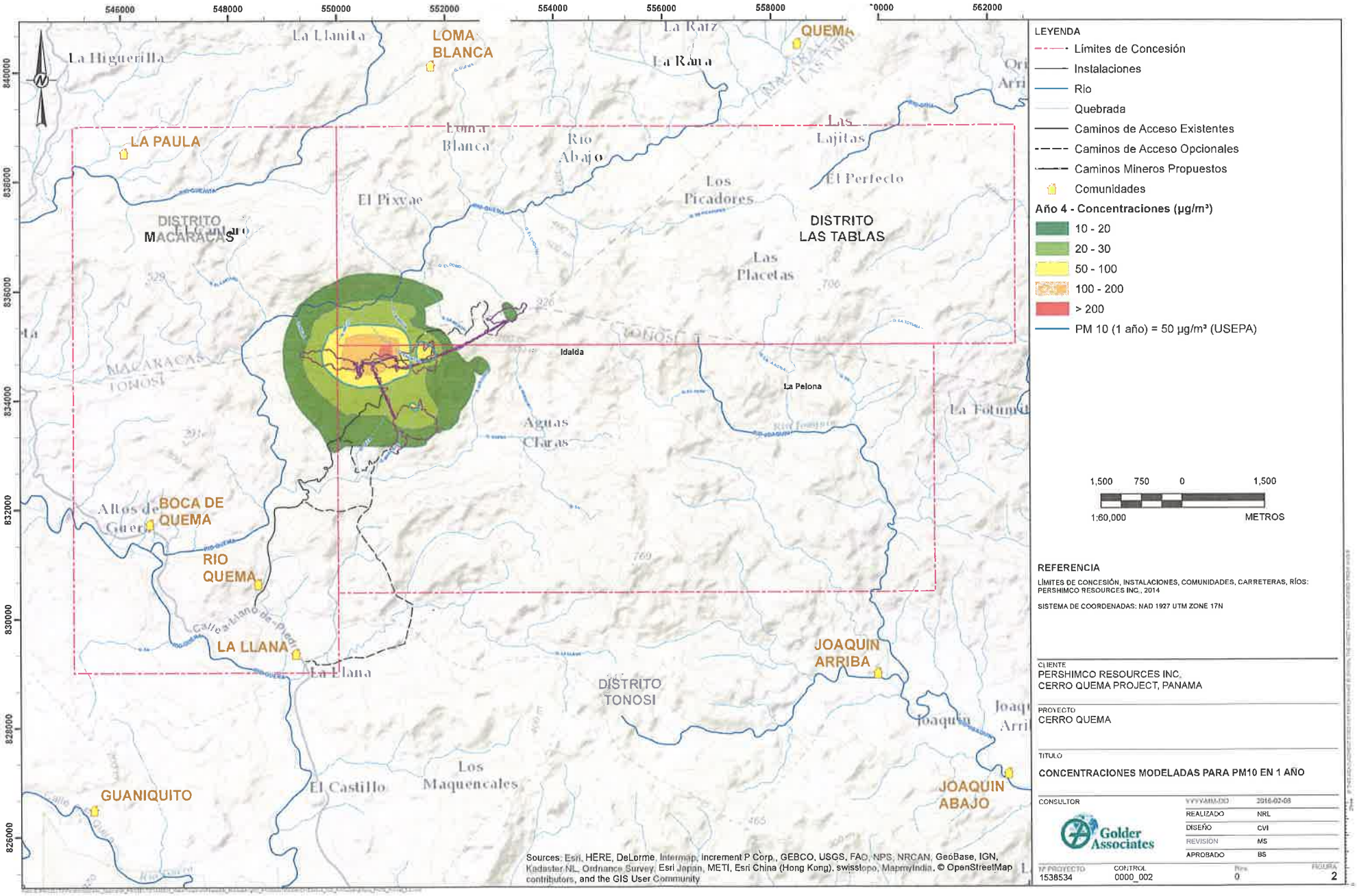
[a] La concentracion en el suelo esta basada en el mas alto valor del muestreo llevado a cabo en llos futuros tajos abierto de La Pava y La Quema a profundidades de 1r
[b] Maximo promedio annual de impactos de deposicion de PM_{10} (g/m^2).
[c] Deposicion de Elementos Traza = Deposicion de PM_{10} (g/m^2) x concentracion del elemento traza (ppm) x (1/1,000,000).
[d] Concentracion de Elementos Traza en Suelo = Deposicion (g/m^2) x (1/0.1 m) (profundidad del suelo asumido) ÷ (1.99 kg/m^3, densidad del suelo) x 1,000 mg/g.
[e] Guias de Calidad Ambiental Canadienses (CCME, por sus siglas en ingles) para el suelo para uso agrario.

4542
1593

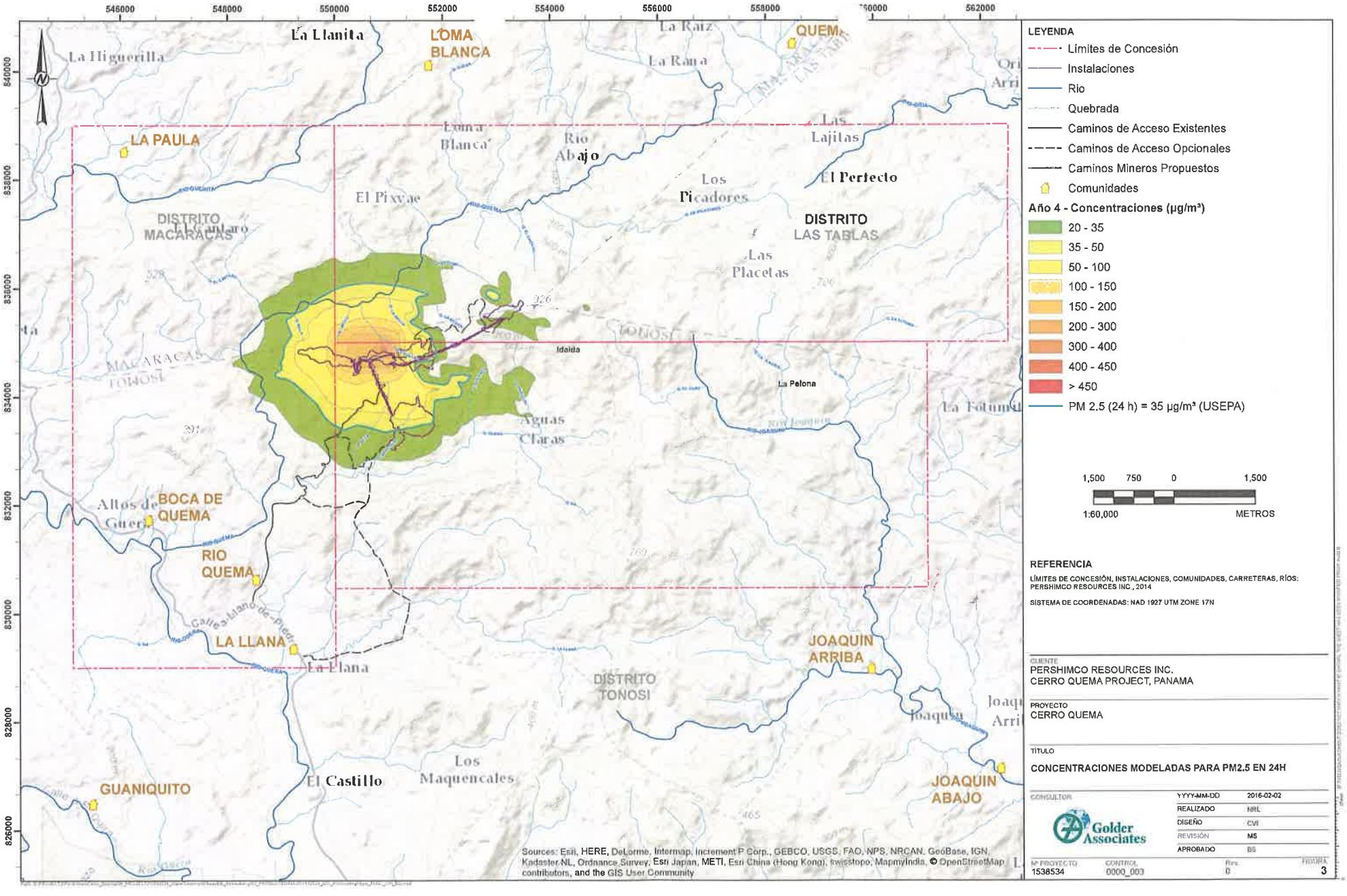
APÉNDICE G


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
El Pixvae
Los Picadores
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guera
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
DISTRITO TONOSI
JOAQUIN ARRIBA
JOAQUIN ABAJO
GUANIQUITO
El Castillo
Los Maquencales
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
50 - 75
75 - 100
100 - 125
125 - 150
150 - 200
200 - 300
300 - 500
500 - 1000
> 1000
PM 10 (24 h) = 150 µg/m³ (USEPA)
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM10 EN 24H
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-02
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISION MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1536534
CONTROL 0000_001
Rev. 0
FIGURA 1

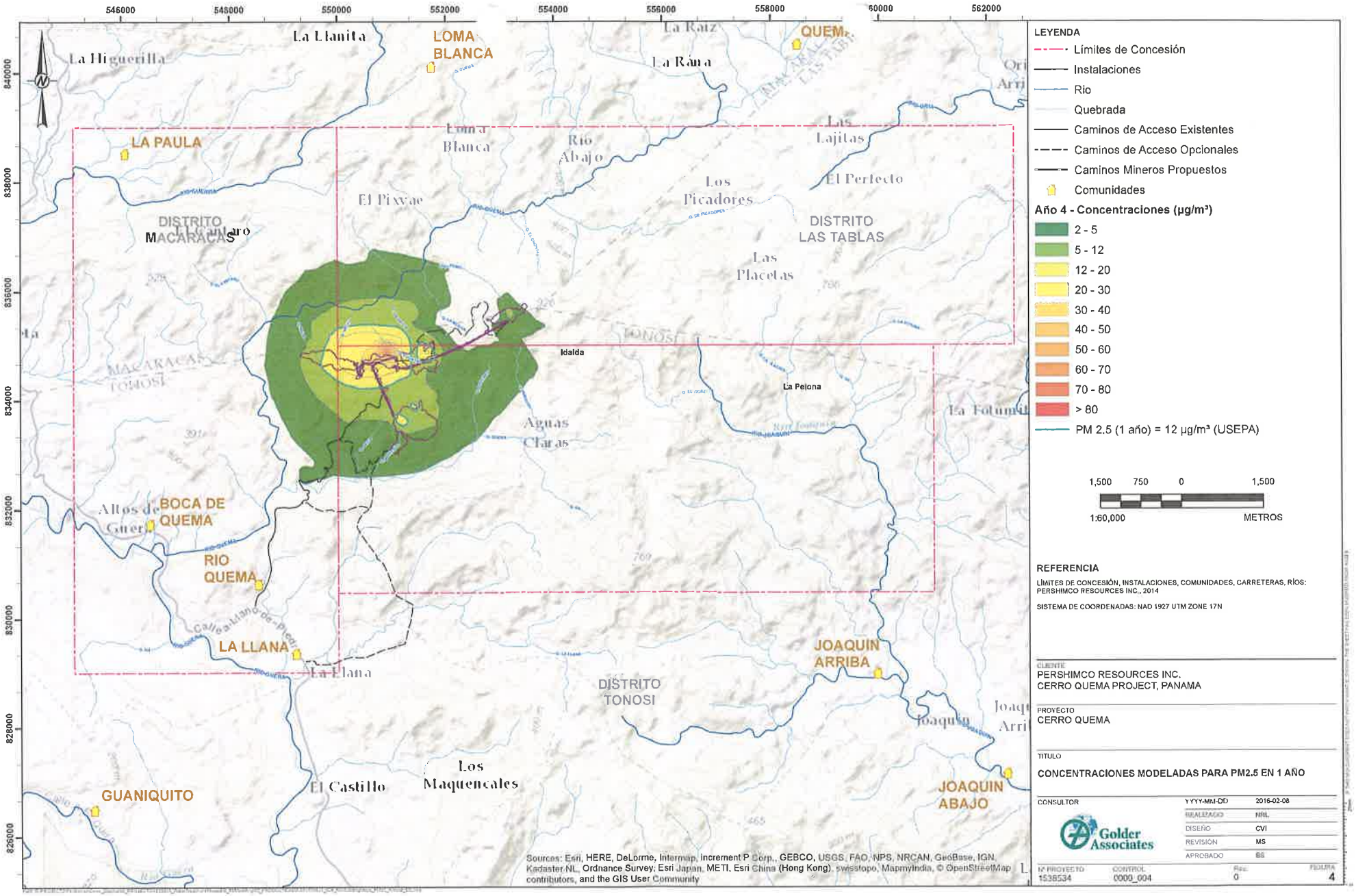
4644
1536


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
Los Picadores
El Pixvae
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
MACARACAS
TONOSI
Aguas Claras
Altos de Guer
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Joaquin Arri
GUANIQUITO
El Castillo
Los Maquencales
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
10 - 20
20 - 30
50 - 100
100 - 200
> 200
PM 10 (1 año) = 50 µg/m³ (USEPA)
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TITULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM10 EN 1 AÑO
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY/MM/DD 2016-02-08
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISION MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1536534
CONTROL 0000_002
Rev. 0
FIGURA 2
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

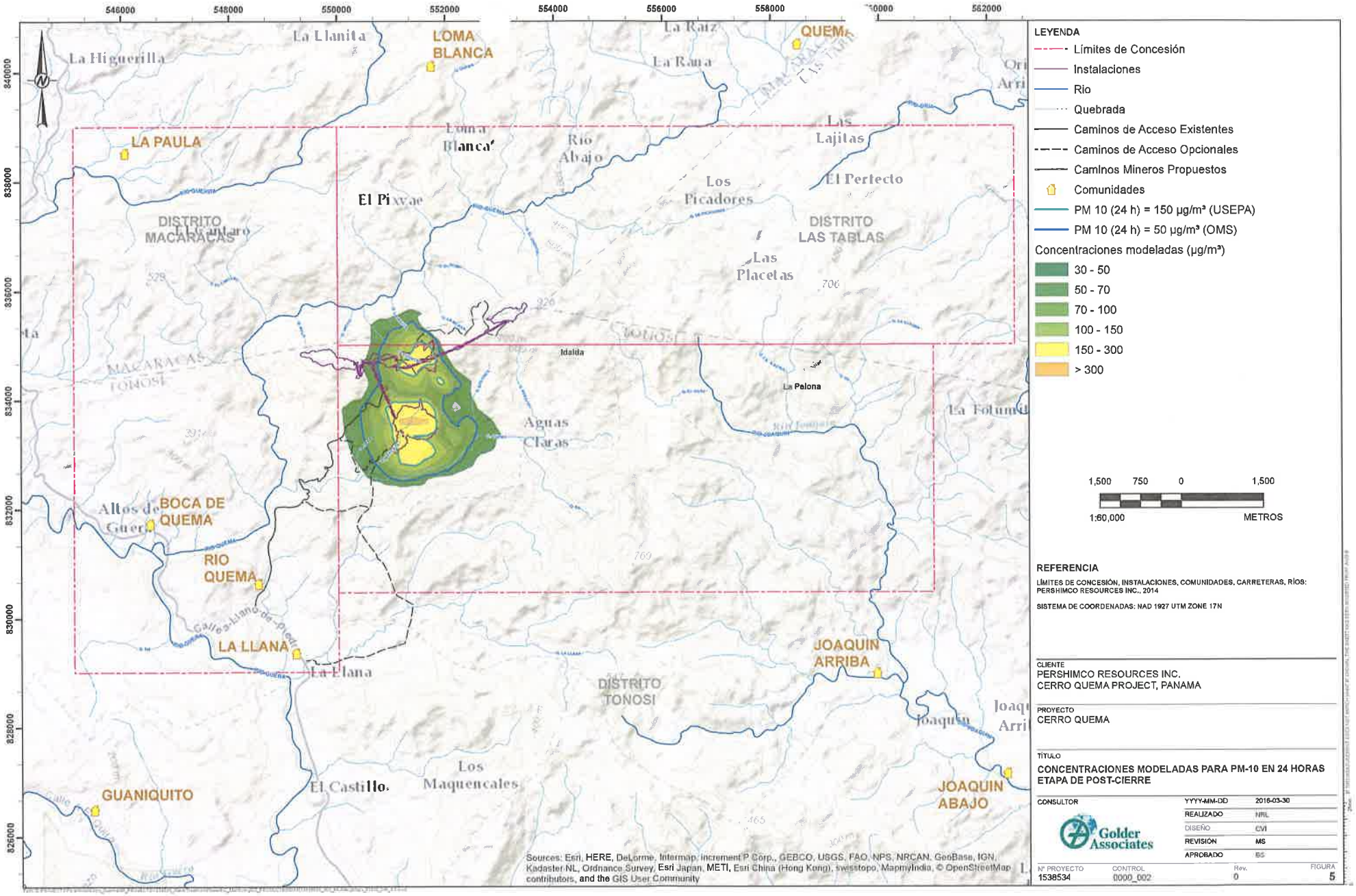
1545
1596


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Llanita
LOMA BLANCA
La Higuerilla
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
Los Picadores
El Pixvae
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idaida
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guero
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
JOAQUIN ABAJO
GUANIQUITO
El Castillo
Los Maquencales
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
20 - 35
35 - 50
50 - 100
100 - 150
150 - 200
200 - 300
300 - 400
400 - 450
> 450
PM 2.5 (24 h) = 35 µg/m³ (USEPA)
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM2.5 EN 24H
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-02
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_003
Rev. 0
FIGURA 3

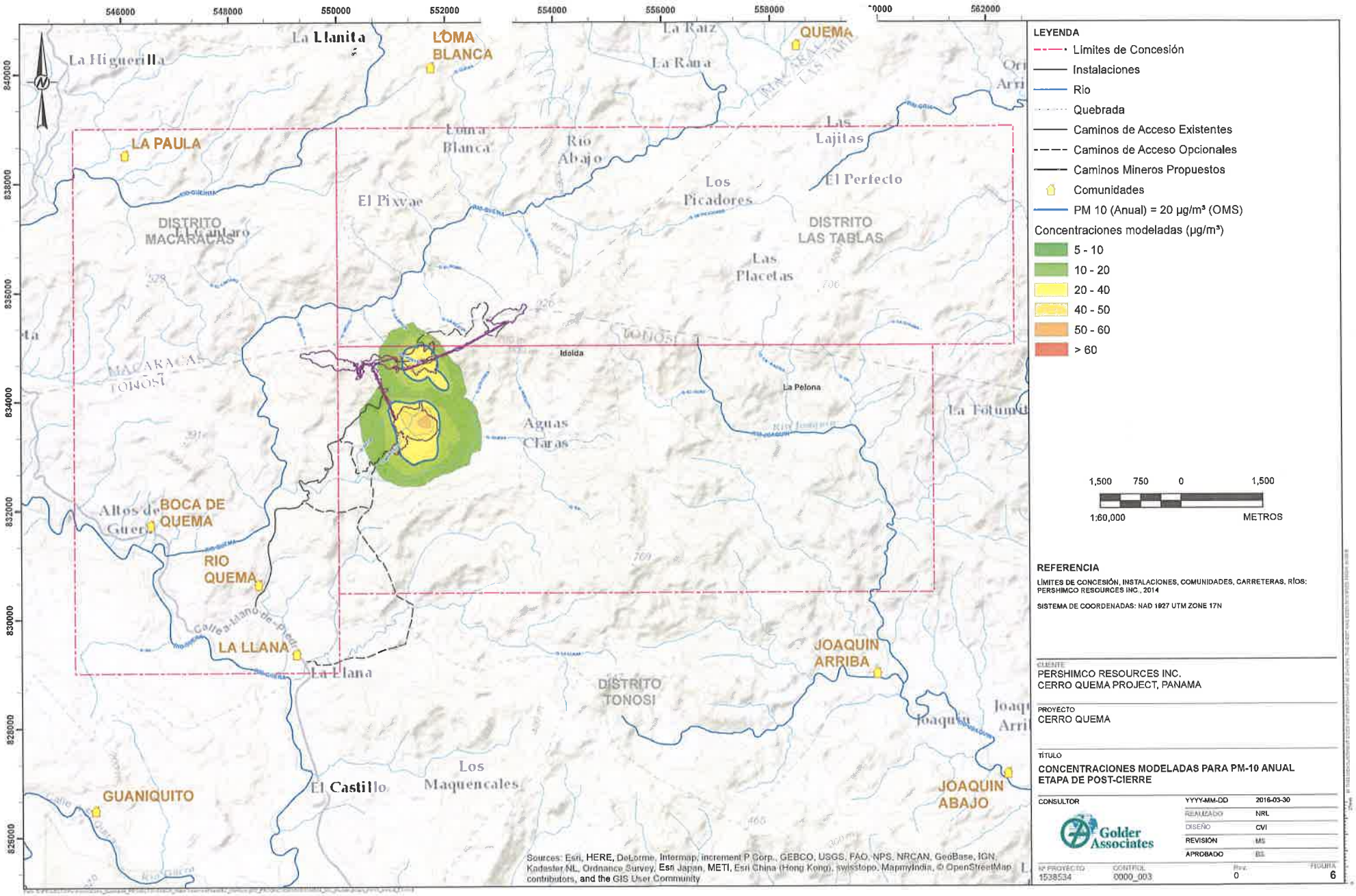
4596
1571


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
60000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
El Pixvae
Los Picadores
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guera
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
2 - 5
5 - 12
12 - 20
20 - 30
30 - 40
40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
> 80
PM 2.5 (1 año) = 12 µg/m³ (USEPA)
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TITULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM2.5 EN 1 AÑO
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-08
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1536534
CONTROL 0000_004
Rev. 0
FIGURA 4
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

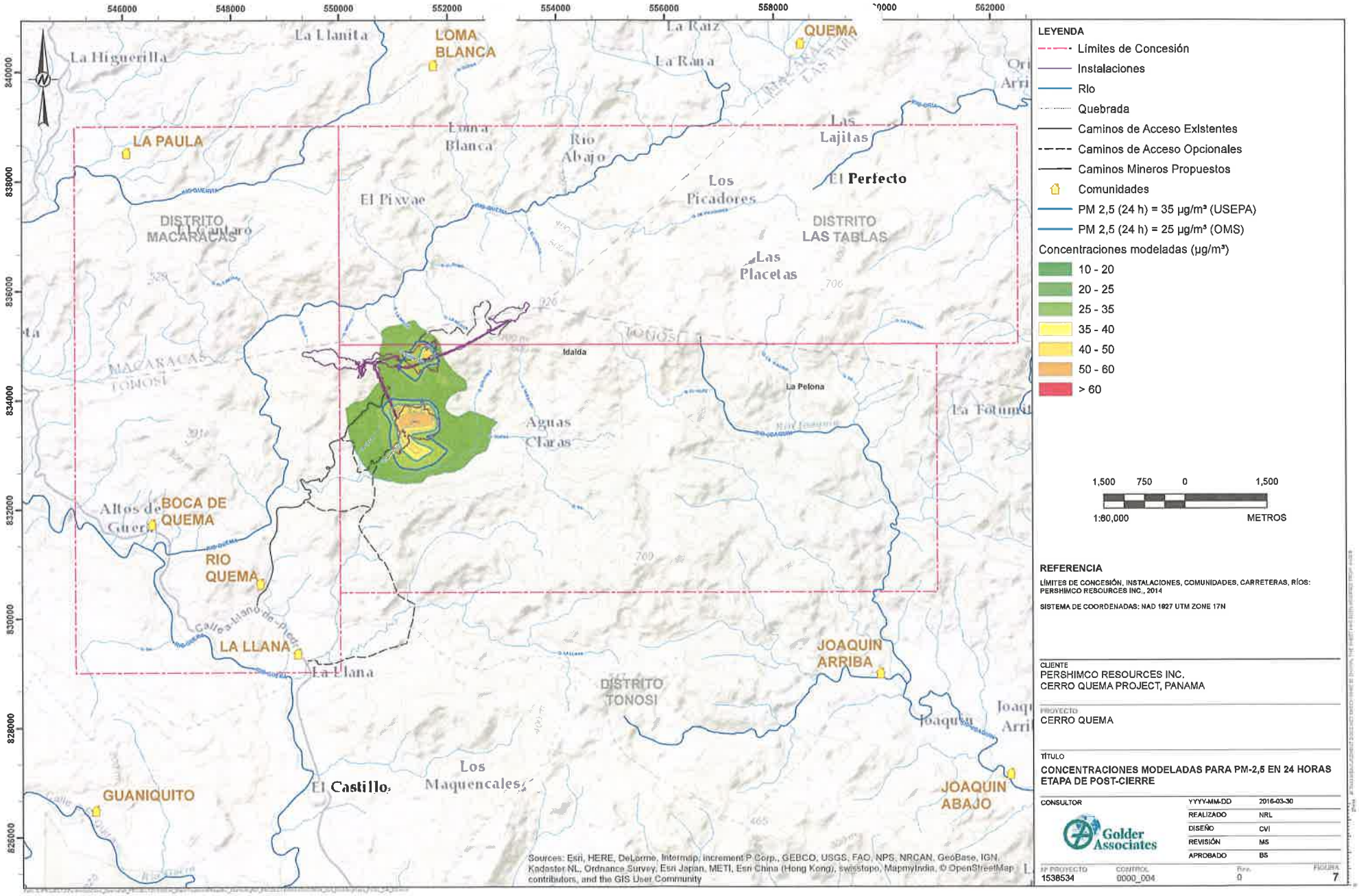
4594
1648


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Río Abajo
Las Lajitas
El Pixvae
Los Picadores
El Pertecto
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guer
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Joaquin Arri
GUANIQUITO
El Castillo
Los Maquencales
JOAQUIN ABAJO
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
PM 10 (24 h) = 150 µg/m³ (USEPA)
PM 10 (24 h) = 50 µg/m³ (OMS)
Concentraciones modeladas (µg/m³)
30 - 50
50 - 70
70 - 100
100 - 150
150 - 300
> 300
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM-10 EN 24 HORAS ETAPA DE POST-CIERRE
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-03-30
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISION MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_002
Rev. 0
FIGURA 5

4598
1538


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
825000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
El Pixvae
Los Picadores
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
MACARACAS TONOSI
Idaida
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guera
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
PM 10 (Anual) = 20 µg/m³ (OMS)
Concentraciones modeladas (µg/m³)
5 - 10
10 - 20
20 - 40
40 - 50
50 - 60
> 60
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM-10 ANUAL
ETAPA DE POST-CIERRE
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-03-30
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_003
Rev. 0
FIGURA 6
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

4594
1600



LEYENDA

- Límites de Concesión
- Instalaciones
- Rio
- Quebrada
- Caminos de Acceso Existentes
- Caminos de Acceso Opcionales
- Caminos Mineros Propuestos
- Comunidades
- PM 2,5 (24 h) = 35 µg/m³ (USEPA)
- PM 2,5 (24 h) = 25 µg/m³ (OMS)

Concentraciones modeladas (µg/m³)

- 10 - 20
- 20 - 25
- 25 - 35
- 35 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- > 60

1,500 750 0 1,500

1:60,000 METROS

REFERENCIA

LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014

SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N

CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA

PROYECTO
CERRO QUEMA

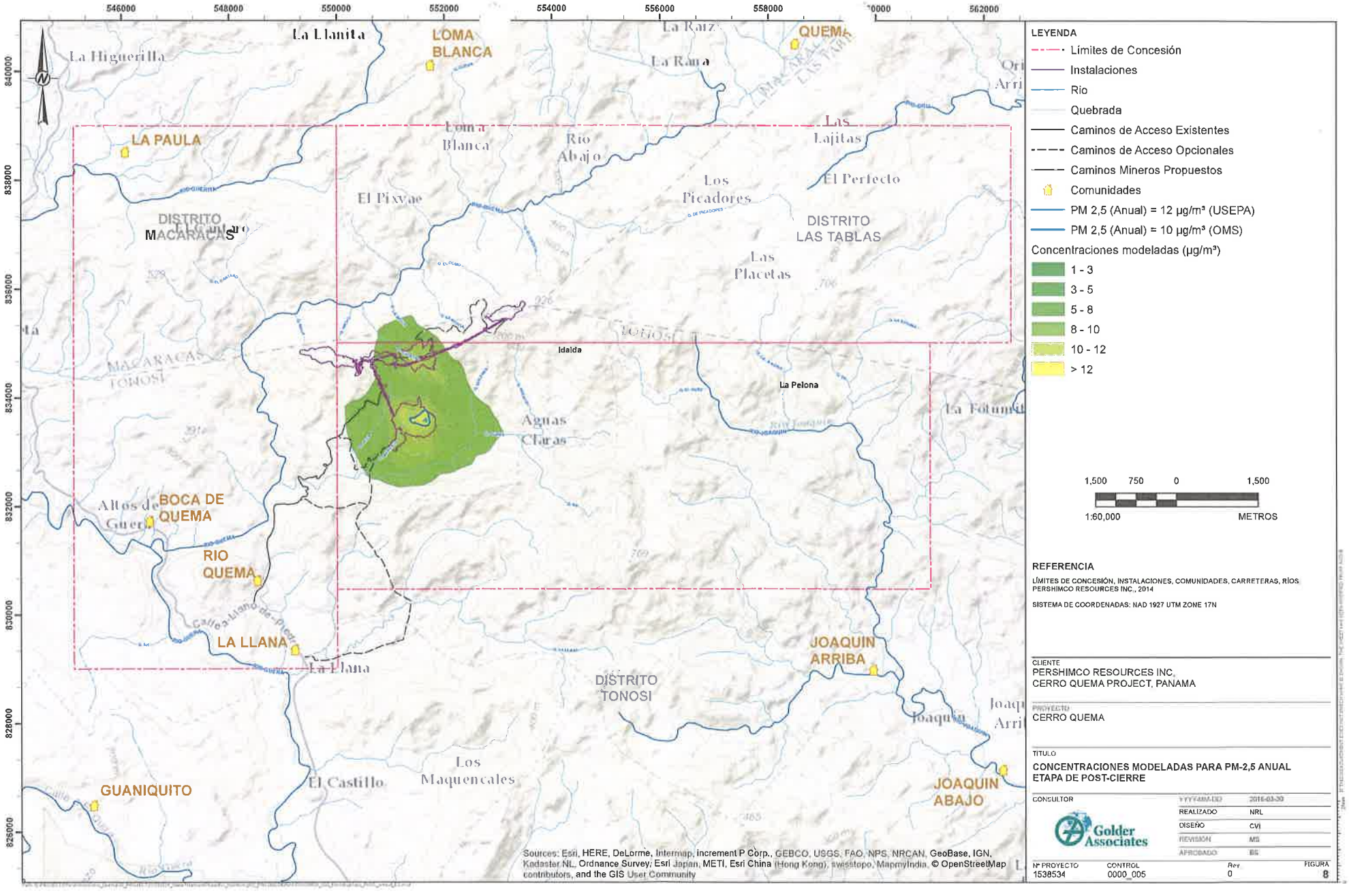
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM-2,5 EN 24 HORAS ETAPA DE POST-CIERRE

CONSULTOR
Golder Associates

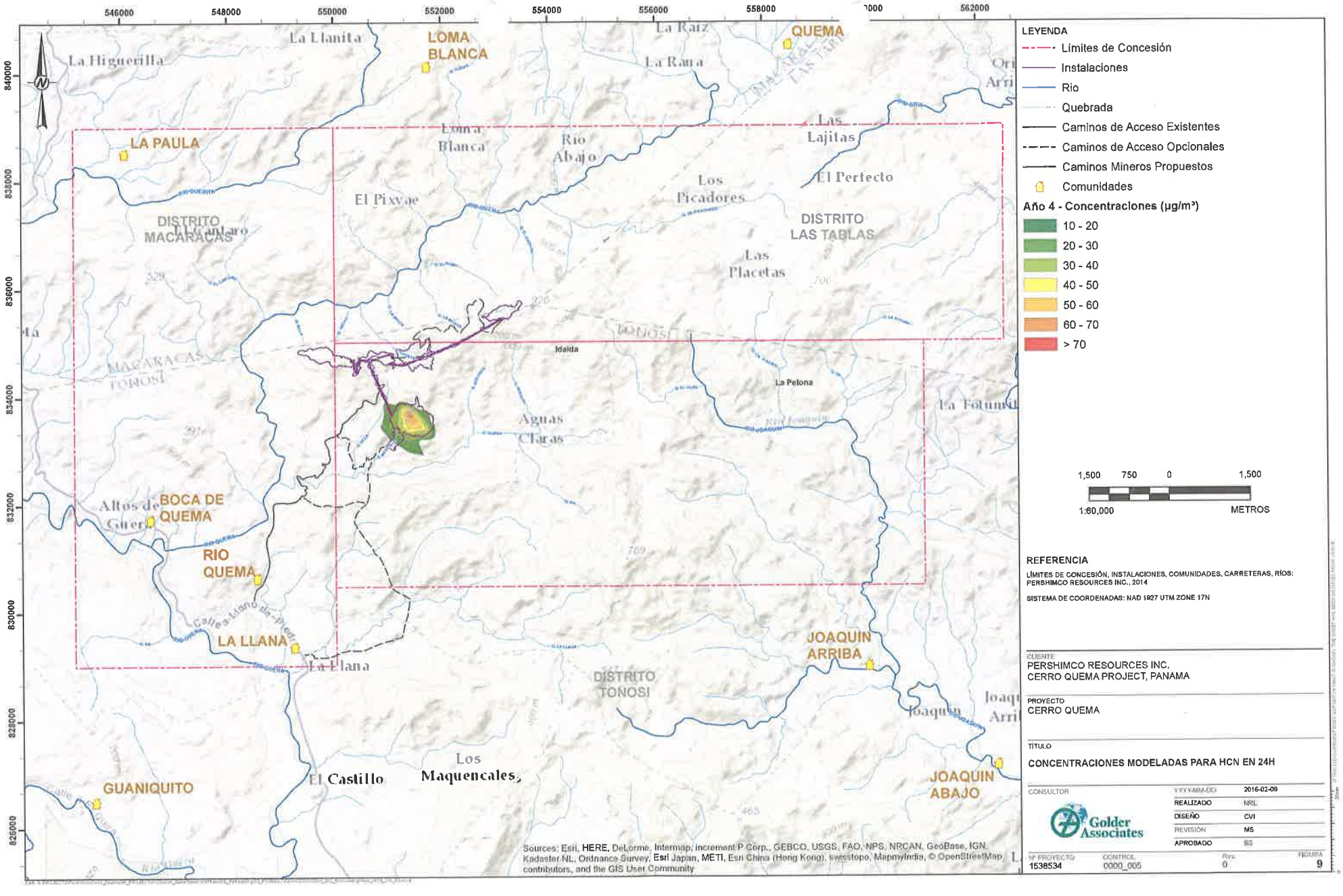
YYYY-MM-DD	2016-03-30
REALIZADO	NRL
DISEÑO	CVI
REVISIÓN	MS
APROBADO	BS

Nº PROYECTO	CONTROL	Rev.	FIGURA
1538534	0000_004	0	7

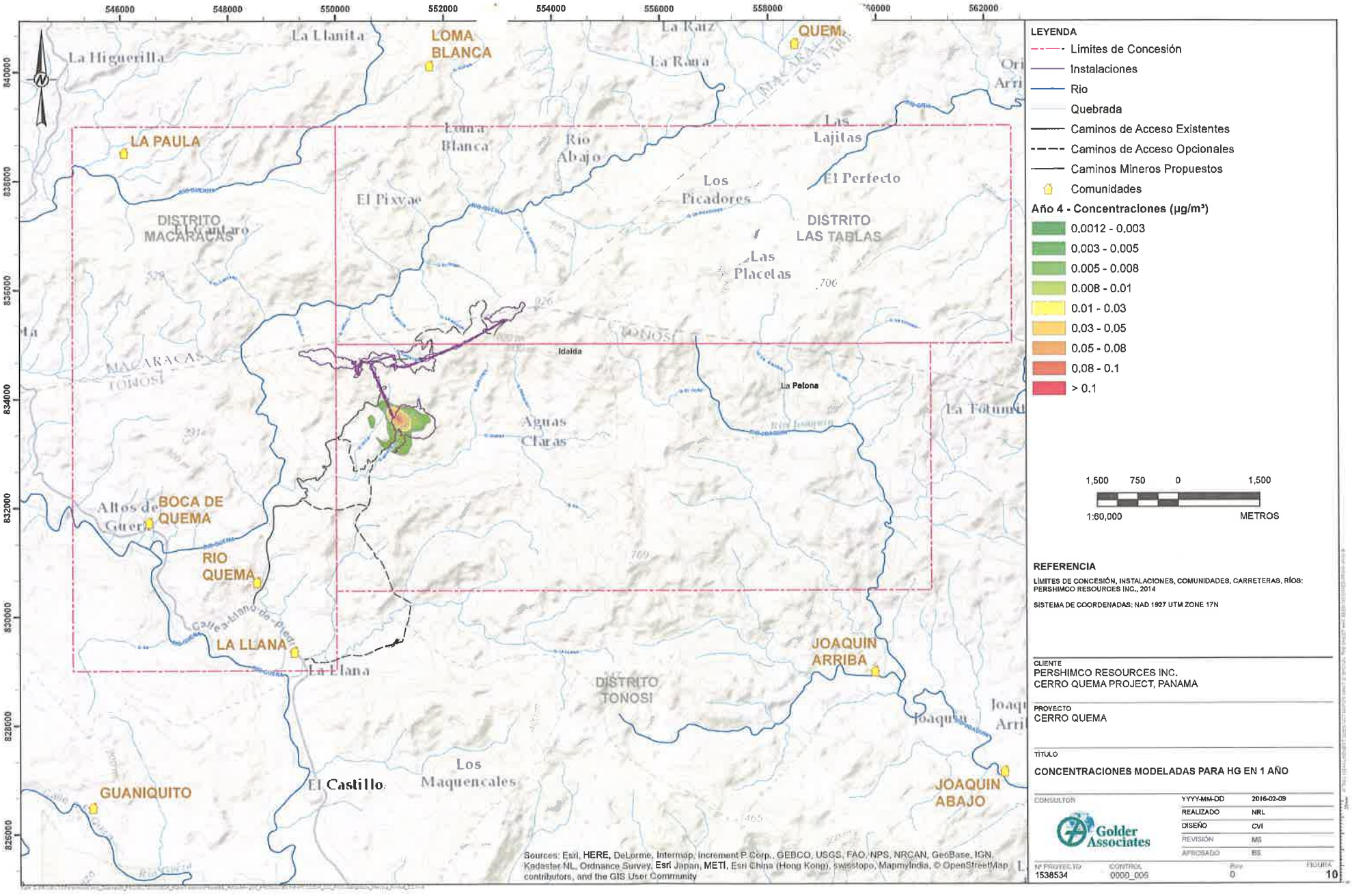
4600
1601


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Llanita
LOMA BLANCA
La Higuerilla
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
Los Picadores
El Pixvae
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guero
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
PM 2,5 (Anual) = 12 µg/m³ (USEPA)
PM 2,5 (Anual) = 10 µg/m³ (OMS)
Concentraciones modeladas (µg/m³)
1 - 3
3 - 5
5 - 8
8 - 10
10 - 12
> 12
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TITULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA PM-2,5 ANUAL
ETAPA DE POST-CIERRE
CONSULTOR
Golder Associates
AAAA-MM-DD 2016-03-30
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_005
Rev. 0
FIGURA 8
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

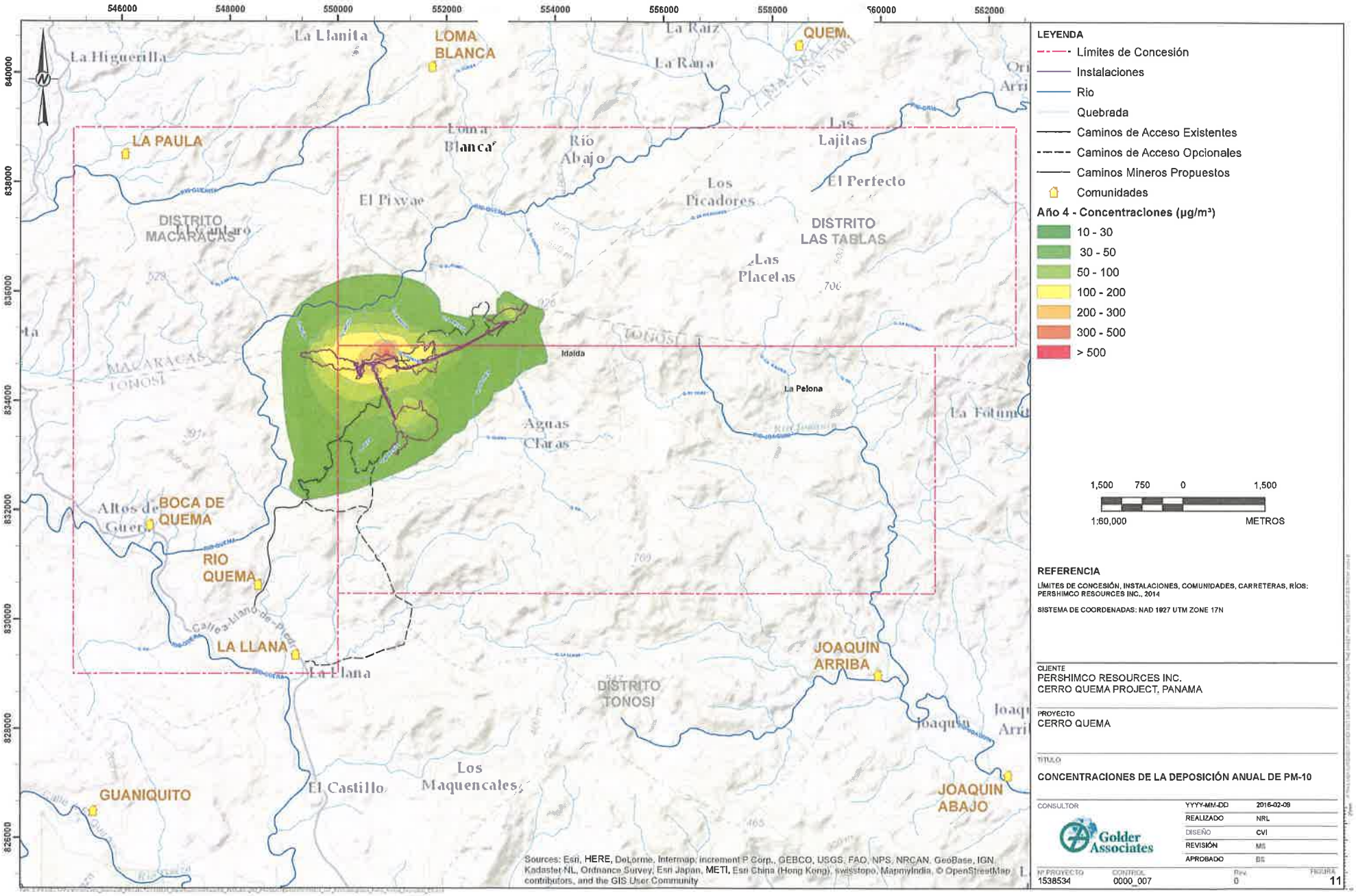
1604
1602


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Pixvae
Los Picadores
El Perfecto
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idalda
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guera
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
10 - 20
20 - 30
30 - 40
40 - 50
50 - 60
60 - 70
> 70
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA HCN EN 24H
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-09
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_005
Rev. 0
FIGURA 9
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

4602
1603


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Higuerilla
La Llanita
LOMA BLANCA
La Raiz
La Rana
QUEMA
LA PAULA
Loma Blanca
Rio Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
El Pixvae
Los Picadores
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idaida
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guera
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Limites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
0.0012 - 0.003
0.003 - 0.005
0.005 - 0.008
0.008 - 0.01
0.01 - 0.03
0.03 - 0.05
0.05 - 0.08
0.08 - 0.1
> 0.1
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TÍTULO
CONCENTRACIONES MODELADAS PARA HG EN 1 AÑO
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-09
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_005
Rev 0
FIGURA 10
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

4603
1604


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
560000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
La Llanita
LOMA BLANCA
La Higuerilla
La Raiz
La Rana
QUEM.
LA PAULA
Loma Blanca
Río Abajo
Las Lajitas
El Perfecto
El Pixvae
Los Picadores
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Las Placetas
Idaida
La Pelona
Aguas Claras
Altos de Guer
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
LA LLANA
La Llana
JOAQUIN ARRIBA
DISTRITO TONOSI
Los Maquencales
El Castillo
GUANIQUITO
JOAQUIN ABAJO
LEYENDA
Límites de Concesión
Instalaciones
Rio
Quebrada
Caminos de Acceso Existentes
Caminos de Acceso Opcionales
Caminos Mineros Propuestos
Comunidades
Año 4 - Concentraciones (µg/m³)
10 - 30
30 - 50
50 - 100
100 - 200
200 - 300
300 - 500
> 500
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METROS
REFERENCIA
LÍMITES DE CONCESIÓN, INSTALACIONES, COMUNIDADES, CARRETERAS, RÍOS: PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
SISTEMA DE COORDENADAS: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENTE
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROYECTO
CERRO QUEMA
TITULO
CONCENTRACIONES DE LA DEPOSICIÓN ANUAL DE PM-10
CONSULTOR
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2016-02-09
REALIZADO NRL
DISEÑO CVI
REVISIÓN MS
APROBADO BS
Nº PROYECTO 1538534
CONTROL 0000_007
Rev. 0
FIGURA 11
Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

1695

SNC·LAVALIN

MCQSA

ANEXO 3.2.

MODELACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL (RUTA DE TRANSPORTE Y PROYECTO)

Golder Associates

TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha:	Marzo 30, 2016	**Proyecto No.:**	15-38534
Para:	Pierre Bureau, Octavio Choy	**Compañia:**	Golder Associates Inc, Reno
De:	Gage Miller, Maria Sheen		
cc:	Todd Minard, Benny Susi,	**Email:**	
RE:	**MODELAMIENTO DE RUIDO DE LA RUTA DE TRANSPORTE**		

1.0 INTRODUCCION

Golder ha desarollado los siguientes análisis con relación a los niveles de ruido generados en la ruta de transporte para:

- Estimación de los niveles de potencia de ruido de los vehículos que transitarán en la ruta de transporte;
- Desarrollo del modelo de ruido ambiental para la ruta de transporte mediante el *software* CadnaA para pronosticar los niveles de ruido futuros.
- Análisis de impacto asociado al incremento de los niveles de ruido en la ruta de transporte en receptores

En este memorando técnico se presenta la metodología para la estimación de los niveles de ruido en la ruta de transporte, análisis de los resultados del modelamiento y las conclusiones extraídas de los mismos.

2.0 EMISIONES DE RUIDO

Los niveles de ruido generados en la ruta de transporte, también llamado camino de acceso principal, serán asociados al tránsito de camiones y vehículos livianos. Este acceso estará habilitado desde la etapa de construcción para el uso de los contratistas y personal de MCQSA para acceder al sitio. Durante la etapa de operación, se utilizará principalmente para el transporte de insumos, combustible y movilización del personal. Este camino de acceso principal, que conectará la garita de control con la plataforma de facilidades mineras, tendrá 7 km de longitud y 9 m de ancho lo cual permitirá el paso de dos camiones en simultáneo. Se espera que el paso total de camiones por este acceso sea aproximadamente de 30 unidades mensualmente y con una frecuencia de aproximadamente tres viajes semanales.

Para llevar a cabo el pronóstico de los niveles de ruido generados por el transporte de camiones en la ruta de transporte se estimaron los niveles de potencia acústica de un camión típico de 20 t a 30 t. Los niveles de potencia de ruido, Lw, caracterizan la potencia acústica (o energía) de salida de una fuente de ruido, los cuales también se expresa en dBA. Los niveles de un equipo o maquinaria se expresan a menudo en términos de su nivel de potencia acústica que es la que se irradia como fuente de ruido. De esta manera

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

los niveles de ruido de una fuente se muestran en términos de distribución de frecuencias y se agrupan en bandas de octavas. Las frecuencias centrales para cada banda de octavas, también llamados tercios de octavas, son: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1 000; 2 000; 4 000 y 8 000 hercios (Hz).

Para efectos del análisis del ruido en la ruta de transporte, se asumió la energía acústica de 103,9 dBA de un camión típico con un peso de carga relativo de 20t a 30t, el cual tiene la siguiente información de bandas de tercios de octavas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Bandas de Tercios de Octavas de un Camión Típico de Transporte

Fuente	Banda de Tercios de Octavas (dB)									LW (dBA)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Camión (20 t a 30 t)	67.2	72.2	85.7	91.8	98.3	99.3	98.2	94.0	88.0	103,9

Esta información de la fuente en mención fue introducida en el modelo de dispersión de ruido CadnaA. Luego este software dispersó esta energía acústica al ambiente circundante, donde las condiciones del suelo, la atmósfera, la topografía y las barreras cercanas fueron consideradas para determinar el nivel de ruido resultante a una distancia determinada de la fuente en niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A. Por ejemplo, aproximadamente a 10m de la fuente de una potencia acústica de 103,9 dBA, el nivel de presión sonora que podría ser captado por el oído humano seria de 64,1 dBA.

3.0 METODOLOGIA DE MODELAMIENTO DE RUIDO

Con la finalidad de determinar los niveles de ruido ambiental a generarse por las actividades de propuestas para el Proyecto Cerro Quema, se llevó a cabo el modelamiento del ruido asociado al tránsito de camiones por la ruta de transporte. El modelo de predicción utilizado fue el de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés), desarrollado por DataKustik GMBH, el cual se considera un modelo adecuado para evaluar los impactos sobre el ruido ambiental.

Los algoritmos matemáticos utilizados por este modelo CadnaA están basados en los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613 1 (ISO 1993) y 9613 2 (ISO 1996).

Las fuentes de ruido asociadas al paso de camiones en la ruta de transporte fueron representadas en el modelo de dos formas, como fuente lineal (tal como se mostró en la primera ronda de preguntas) y como fuente puntual.

El tráfico de camiones como fuente lineal representa un flujo constante de emisión de ruido a lo largo de la longitud de la fuente, en este caso la longitud del acceso. Los datos de ingreso al modelo considera los valores de frecuencia de octavas de los camiones, la velocidad promedio de los mismos y la frecuencia de tránsito. Los resultados de niveles de ruido que se esperan obtener del modelo, aplicando la representación lineal, son promedios logarítmicos en 24 horas. En cambio, los camiones representados como fuente puntual no marcarían un desplazamiento como en la representación lineal; sin embargo, reflejaría el nivel de ruido que se genera justo en el momento que los camiones están transitando por una determinada sección de ruta. Esta configuración lineal solo considera los valores de frecuencia de octavas de los camiones y los niveles de ruido que se esperan obtener del modelo son instantáneos; es decir, la generación de ruido captada en el momento del paso de camiones en cuestión de segundos.

Ambas representaciones de la fuente, tanto lineal y puntual, han sido llevadas a cabo en el modelo CadnaA. Se presume que la configuración puntual será la más conservadora ya que al no integrar los niveles de ruido a 24 horas, los resultados acústicos pronosticados serán más altos.

3.1 *Receptores*

Los cambios en los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en la ruta de transporte a los que estarán expuestos los receptores serán evaluados en función a los valores pronosticados por el modelo. Para este análisis, Golder consideró los receptores más cercanos (comunidades) a la ruta de transporte.

En la Tabla 2 se muestran las coordenadas UTM de los receptores más cercanos a las futuras instalaciones mineras de Cerro Quema.

Tabla 2: Ubicación de los Receptores

Código	Receptor	Coordenadas UTM		
		Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
NO-01	Boca de Quema	546 917	831 260	59
NO-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
NO-03	La Llana	549 442	829 093	62

Asimismo, Golder realizó un monitoreo de ruido ambiental en esto mismos receptores desde el 19 al 22 de Marzo con el objeto de obtener los niveles de ruido durante el horario diurno y nocturno antes que las operaciones mineras comiencen. La metodología de medición de ruido se detalla en el memorándum técnico de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido, el cual es el anexo que da respuesta a la observación No. 6 de la nota DIEORA-DEIA-AP-0054-0803-116 del ANAM.

4.0 RESULTADOS

Los resultados de los niveles de ruido se obtuvieron bajo la aplicación de dos representaciones del tránsito de camiones típicos en la ruta de transporte. En la Tabla 3 se presenta el resumen de los niveles de ruido y como estos niveles van decreciendo a medida que la distancia se incrementa teniendo como referencia la ruta de transporte.

Tabla 3: Resultados de los Niveles de Ruido – Ruta de Transporte

Representación de la Fuente	Resultados de Niveles de Ruido (dBA)		
	3 m de la fuente	30 m de la fuente	60 m de la fuente
Lineal	41,0	39,0	34,0
Puntual	69,7	60,0	50,0

Como se mencionó en la sección anterior, los niveles de ruido aplicando la representación puntual son más altos que la representación lineal debido a la naturaleza de cada fuente y al promedio logarítmico emplead, ya que el primero es de forma instantánea y el segundo es en 24 horas.

Los receptores más cercanos a la futura ruta de transporte se encuentran a una distancia de 1,3 km (Rio Quema) a 3,2 km (La Llana); por lo tanto, los niveles de ruido generados por el tránsito de camiones en el acceso, en cualquiera de sus dos representaciones de esta fuente en el modelo, no generarán ningún incremento en los niveles de ruido de línea base medidos en los receptores.

En la Tabla 4 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

Tabla 4: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores

Código	Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)	
		Diurno	Nocturno
NO-01	Boca de Quema	53,2	47,9
NO-02	Rio Quema	46,3	36,6
NO-03	La Llana	51,9	43,2

Se observa en la Tabla 4 que los niveles de ruido registrados en cada uno de los receptores se encuentran por debajo de los estándares panameños para áreas residenciales en horarios diurnos (60,0 dBA) y nocturnos (50,0 dBA).

El ruido total futuro es la suma logarítmica de los niveles de línea base y los niveles de ruido pronosticados por el modelo y el incremento en los niveles de ruido seria la diferencia entre el ruido total y la línea base.

En el presente análisis, los receptores se encuentran ubicados entre 1,3 km a 3,2 km de la ruta de transporte por lo que el ruido generado al tránsito de camiones en este acceso no afectaría o incrementaría los niveles de línea base monitoreados en cada receptor. Para que el ruido total futuro en receptores supere los estándares, la distancia entre la ruta de transporte y los receptores tendrían que ser menos de 60 m y el tránsito de camiones debería ser de forma horaria (al menos dos camiones cada hora del día), de flujo constante y con una frecuencia diaria.

Método de Predicción de los Niveles de Ruido

Los posibles efectos de las actividades mineras en los niveles de ruido fueron estimadas de acuerdo con las normas de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613-1 (ISO, 1993) y 9613-2 (ISO, 1996). Estas normas especifican un método para el cálculo de la atenuación del sonido durante la propagación al aire libre mediante la incorporación de los siguientes factores ambientales:

- Distancia entre la fuente de ruido y la ubicación de los receptores;
- absorción atmosférica[1];
- detección de obstáculos (ejemplo: montañas) o intervención de edificios; y
- el efecto suelo, debido al sonido que se refleja desde la superficie del suelo interfiriendo con el sonido que se propaga directamente de la fuente de ruido.

El método de cálculo de la norma ISO 9613 es conservador ya que supone que todos los receptores están a sotavento de la fuente de ruido o que existe una inversión de la temperatura del suelo a base moderada entre la fuente de ruido y el receptor.

Además de estos factores de atenuación, la aplicación de medidas adicionales utilizadas para la mitigación del ruido pueden reducir los niveles de ruido aún más, incluyendo barreras acústicas, silenciadores, encapsulamiento de fuentes, entre otros.

Para explicar con precisión estos factores y aplicación de medidas, la evaluación del ruido ambiental se basa en los modelos numéricos. La selección de modelos apropiados para apoyar la evaluación del ruido asegura que los resultados de la evaluación sean creíbles e indican las condiciones que probablemente se presentarían de proceder la actividad minera.

Selección del Modelo

Para seleccionar el modelo de estimación más adecuado para predecir los niveles de ruido emitidos por las actividades mineras de Cerro Quema, se consideraron las siguientes consideraciones:

- Si el modelo incorpora el sitio específico del terreno y los datos de la topografía;
- si el modelo puede evaluar los diversos tipos de fuentes presentes en el sitio;
- si el modelo tiene una base técnica que es científicamente sólida, y está en concordancia con la comprensión de la propagación del sonido en el aire libre;
- si el modelo aplica de forma correcta los métodos ISO establecidos;
- si el modelo proporciona resultados que son consistentes con las observaciones; y
- si el modelo es reconocido por los reguladores como uno adecuado para su uso.

El modelo de predicción de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés) con versión 4.3.143, desarrollado por DataKustik GmbH es ampliamente aceptado para evaluar el ruido de los proyectos industriales de manera internacional, incluidos los proyectos mineros. En ese sentido, este modelo fue identificado como el apropiado para evaluar los cambios en los niveles de ruido asociados con las actividades de la operación de Cerro Quema.

Los algoritmos usados por el modelo están de acuerdo con la ISO 9613-Atenuación del Sonido Durante la Propagación en Exteriores (ISO 1996). Este método predice la atenuación del ruido en más o menos 3,0 dBA para distancias de hasta 1 000 m entre la fuente y el receptor. Esto no incluye incertidumbres en los niveles de energía sonora de las fuentes de ruido, estimados en más o menos 3,0 dBA para equipos

[1] Que incluye los parámetros meteorológicos del lugar (temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de viento, entre otros)

de la misma marca y modelo que se usan en esta evaluación. Esta exactitud general se disminuirá al aumentar la distancia.

El modelo tiene la capacidad de simular las fuentes de emisión, incluyendo las carreteras, los buques y las instalaciones industriales. Cada tipo de fuente puede ser caracterizada ingresando las emisiones de ruido en términos de ruido total o como los componentes de frecuencia de la emisión (frecuencias de bandas de octavas). Otros parámetros como las dimensiones de las fuentes de áreas o edificio y el índice de atenuación del ruido de los equipos en lugares cerrados, también son considerados por el modelo para definir la naturaleza de las emisiones de ruido.

El modelo CadnaA relaciona las atenuaciones de ruido con las condiciones meteorológicas (viento imperante), cubierta del suelo y barreras físicas, ya sea naturales (basadas en el terreno) o construidas por el hombre.

La atenuación del ruido en exteriores se modela usando algoritmos y presunciones estándares que tienden a simplificar el ambiente acústico. El ruido, ya sea natural o antropogénico, normalmente es variable en el tiempo. La variación de las fuentes de ruido en el tiempo puede ser dirigida en el modelo CadnaA de diferentes maneras, dependiendo de la fuente de ruido que se está evaluando y del nivel del detalle requerido.

Por todas las razones mencionadas, el modelo CadnaA ha sido utilizado para determinar el nivel sonoro continuo equivalente (L_{AeqT}) para el horario diurno y nocturno generado por las actividades mineras del Proyecto Cerro Quema sobre los receptores sensibles existente en el área de cálculo para el modelamiento de ruido ambiental.

Precisión de la Predicción

Los sistemas acústicos son dinámicos e influenciados por una muy compleja interacción de variables. Aunque las predicciones de los efectos futuros no se pueden asegurar, hay confianza en las predicciones de los niveles de ruido asociados con las actividades del proyecto Cerro Quema por las siguientes razones:

- El modelamiento de ruido se llevó a cabo usando CadnaA, *software* que implementa los métodos de la ISO 9613 en el cálculo de los niveles de ruido. Se puede decir que el modelo es tan exacto como los datos de entrada utilizados; por lo tanto, el modo conservador aplicado en la selección de emisión se llevó a través de la simplificación. La implementación de la norma ISO 9613 tienen una exactitud declarada de + / - 3 dB a 10 km, y sin exactitud a mayores distancias.
- Los niveles de ruido modelados para Cerro Quema son una sumatoria / compilación de los niveles de ruido previstos de las actividades de extracción y las de procesamiento. El modelamiento acústico ha considerado que todo el equipo[2] está en funcionamiento al mismo tiempo durante las operaciones del Proyecto Cerro Quema. La actividad general en el sitio es probable que sea menor, ya que no todo el equipo puede estar en uso al mismo tiempo; por lo tanto, se espera que los niveles de ruido resultado del modelamiento sean conservadores.
- El modelamiento asume que los receptores se encuentran ubicados a favor del viento en todo momento, o una inversión de temperatura moderada.

El modelamiento acústico no tiene en cuenta la variación en los niveles base o cambios en la propagación del sonido debido al cambio de las condiciones meteorológicas; no obstante prevé que esto no afectará a la evaluación general de los efectos.

---

[2] Se consideró en los escenarios de modelamiento que todos los equipos estarán funcionando a excepción de los equipos y maquinaria en el sistema de pilas de lixiviación, donde solo se consideró el 75% del número de equipos.

Golder Associates

TECHNICAL MEMORANDUM

Date:	Diciembre 21, 2015	**Project No.:**	15-38534
To:	Todd Minard	**Company:**	Golder Associates Inc, Reno
From:	Maria Sheen		
cc:	Benny Susi	**Email:**	Maria_sheen@golder.com
RE:	**MODELAMIENTO DE RUIDO E IDENTIFICACION DE IMPACTOS ACUSTICOS**		

INTRODUCCION

Pershimco Resources Inc. (PRO) es el titular de la exploración y explotación del yacimiento de oro del Proyecto Minero Cerro Quema. Este Proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Chitre, Provincia de Herrera, en Tonosi Panamá.

La metodología propuesta para el minado del Proyecto Cerro Quema será a tajo abierto. El proyecto en mención explotará dos tajos: Quema y La Pava; los cuales tendrán una vida útil de tres y seis años, respectivamente. En estos dos tajos propuestos se llevarán a cabo actividades de perforación, voladuras y excavación para extraer aproximadamente un total de 3.6 millones de toneladas de mineral y desmonte por año. El proceso de beneficio consistirá en el triturado del mineral, traslado del mismo a una pila de lixiviación y posterior sometimiento del material a procesos químicos hasta la obtención de barras dore como producto final.

Actualmente, PRO ha recibido los comentarios de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) con respecto a la revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Categoría III del Proyecto Minero Cerro Quema. Bajo este contexto, la ANAM está solicitando una ampliación de la información relacionada con los impactos acústicos que podrían generarse a partir de la operación del Proyecto y los posibles efectos en las zonas pobladas más cercanas, mediante un modelamiento del ruido que incluya la atenuación sonora y un análisis acústico de la ruta de transporte cuando esta discurra próxima a zonas pobladas.

Para dar respuesta a la solicitud de la ANAM, Golder ha realizado un análisis de la atenuación de las isófonas, mediante el pronóstico de los niveles de ruido con base en modelos de atenuación y propagación sonora asociados a las actividades futuras del Proyecto Cerro Quema. Este modelo del ruido servirá para predecir los niveles sonoros a los cuales la población cercana estaría probablemente expuesta debido a la contribución del proyecto, y también permitirá estimar los impactos acústicos.

La operación minera Cerro Quema tiene planeado actividades de voladura durante las operaciones mineras. Las vibraciones generadas por las voladuras son de dos tipos: vibraciones en el aire, medidas

Golder Associates Inc.
6026 NW 1st Place
Gainesville, FL 32607 USA
Tel: (352) 336-5600 Fax: (352) 336-6603 www.golder.com

Golder Associates: Operations in Africa, Asia, Australasia, Europe, North America and South America

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

en decibles lineales (dBL); y vibraciones en el suelo que son típicamente medidas en milímetros por segundo (mm/s). El área donde se está desarrollando el proyecto actualmente no alberga ninguna actividad industrial que afecte a las áreas naturales o pequeñas poblaciones. Las actividades de construcción pueden generar vibraciones en el aire y en el suelo, las cuales pueden ser percibidas normalmente por las viviendas que se encuentran cerca de carreteras. Dado que el proyecto se encuentra a más de 5km de la comunidad más cercana, las actividades de voladura no se sentirán en estas comunidades. Asimismo, las comunidades serán informadas del calendario de las voladuras a realizarse durante la operación del proyecto con la debida anticipación.

AREA DE ESTUDIO

Golder ha estimado los niveles de ruido y realizado el modelamiento acústico considerando las actividades de operación del Proyecto Minero Cerro Quema, el cual incluye las actividades en cada una de las instalaciones de la mina; como son los dos tajos abiertos, el depósito de material de roca estéril, la pila de lixiviación, actividades dentro de las instalaciones para el procesamiento del mineral, actividades dentro de la plataforma, el área de triturado, el transporte de material mediante faja, los caminos de acarreo (dentro de la mina) y la ruta de transporte.

ESTIMACION DE LOS NIVELES DE RUIDO

Las principales fuentes de emisión de ruido identificadas están asociadas con la generación de ruido proveniente de los motores de la flota minera, el funcionamiento de maquinarias y equipos, y el cargue y descargue de material (mineral y estéril). También se consideran como fuentes de ruido el transporte de mineral, el desmonte, las perforaciones, el triturado y el almacenamiento del material en pilas .La selección de los escenarios de modelamiento del ruido ambiental para la etapa de operación se basó en la información provista en el plan de minado y la descripción de las actividades mineras asociadas a esta etapa. Asimismo, se utilizaron las especificaciones técnicas de la flota minera, las maquinarias y equipos (tales como dimensiones, potencia del motor, número de equipos a utilizar por año, la velocidad de los vehículos, entre otros), así como los planos de ingeniería de sus componentes.

De acuerdo con la descripción de las operaciones mineras propuestas para el Proyecto minero Cerro Quema, se han utilizado para este modelamiento la información relacionada con las actividades de un año de previo a la operación-stripping y cinco años de operación en los cuales se extraerá mineral y material estéril. Según el cronograma de producción minera, el máximo valor total de mineral será de 3,859 kt y de material estéril será de 3,34 kt durante los años 3 y 4, respectivamente. Asimismo, la flota minera será la mayor en ambos años de operación. Por lo cual, se espera que los efectos potenciales del ruido podrían generar un cambio en los niveles de ruido existentes durante estos dos años principalmente. Otras diferencias entre estos años se detallan a continuación.

- Escenario de modelamiento Año 3: en este año se producirá la mayor extracción de mineral del Tajo Abierto La Pava. Durante este año no estará en operación el Tajo Abierto La Quema, así como los equipos y maquinarias que dan soporte a esta instalación.
- Escenario de modelamiento Año 4: en este año se producirá la mayor extracción de material estéril. Todas las instalaciones se encontrarán operativas.

Asimismo, se realizó un tercer escenario de modelamiento de ruido solo considerando la ruta de transporte que se realiza a través del acceso principal a la mina y por donde se estima transitarán aproximadamente 28 camiones al mes.

Para determinar la cantidad de ruido que será generado, se utilizaron datos como el tipo de equipo (marca, modelo) y número de unidades de equipo que se utilizaran en la operación. Los pronósticos de ruido se calcularon mediante el ruido generado por fuentes individuales, utilizando los datos de la frecuencia de banda de octavas y los factores de atenuación que afectan la propagación del sonido. De esta manera, la evaluación de la dispersión sonora se realizó para las principales fuentes de emisión de ruido, tales como accesos y componentes industriales.

METODOLOGIA DE MODELAMIENTO DE RUIDO

Con la finalidad de determinar los niveles de ruido ambiental a generarse por las actividades de propuestas para el Proyecto Cerro Quema, se llevó a cabo el modelamiento del ruido asociado con las actividades de la etapa de operación para los años 3 y 4, tal como se describe en la sección anterior. El modelo de predicción utilizado fue el de Atenuación de Ruido Asistida por Computadora (CadnaA, por sus siglas en inglés), desarrollado por DataKustik GMBH, el cual se considera un modelo adecuado para evaluar los impactos sobre el ruido ambiental.

Los algoritmos matemáticos utilizados por este modelo CadnaA están basados en los estándares de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) 9613 1 (ISO 1993) y 9613 2 (ISO 1996). Estos estándares establecen un método para calcular la atenuación del sonido durante su propagación al aire libre, tomando en consideración los siguientes factores ambientales:

- distancia entre la fuente de ruido y la ubicación de los receptores;
- absorción atmosférica ;
- presencia de obstáculos (ejemplo: montañas) o interferencia de edificios; y
- el efecto suelo, debido al sonido que se refleja desde la superficie del suelo interfiriendo con el sonido que se propaga directamente de la fuente de ruido.

El método de cálculo de la norma ISO 9613 es conservador ya que supone que todos los receptores están a sotavento de la fuente de ruido o que existe una inversión de la temperatura del suelo. Además de los factores de atenuación mencionados anteriormente, se pueden reducir los niveles de ruido aún más, incluyendo barreras acústicas, silenciadores y encapsulamiento de fuentes.

Las fuentes de ruido han sido representadas en el modelo como fuentes puntuales, lineales y de área. Las fuentes puntuales son aquellas con ubicación conocida y fija como son la trituradora primaria y secundaria. Las fuentes lineales son aquellas con un flujo de ruido constante como son las rutas de acarreo y las fajas transportadoras. Por otro lado, las fuentes de área fueron asumidas de forma equivalente al área actual activa de la fuente, como son los tajos abiertos y la pila de lixiviación. La altura de estas fuentes se encuentra de acuerdo con las especificaciones técnicas de la flota minera y los equipos mecánicos estacionarios.

Asimismo, se utilizó con información topográfica con un espaciamiento de 50 m entre las cotas. Tal como se ha mencionado, la topografía es uno de los factores de atenuación de ruido importante considerados en el modelamiento de propagación sonora. El área de modelamiento considerada en este análisis es de 114 km^2, teniendo como centro las futuras instalaciones del Proyecto Cerro Quema.

El modelamiento del ruido se efectuó desde la perspectiva del receptor. Los receptores más cercanos al proyecto (Boca de Quema, Rio Quema y La Llana) se encuentran a aproximadamente en el rango de 4.5 km a 5km de las instalaciones mineras. En el mes de junio del 2013 se realizaron mediciones de ruido de 1 hora en la residencia más cercana al Proyecto, al suroeste del mismo, cuyo promedio logarítmico fue 48,8 dBA para el horario diurno. Es importante mencionar que esta es la única medición que se registró en una zona residencial, la cual dista del receptor Rio Quema en aproximadamente 800 m. Si bien no se determinó una línea base de ruido en receptores, el dato registrado servirá para estimar los impactos de ruido totales, considerando que las condiciones acústicas en receptores son muy similares a la zona residencial en cuestión por su cercanía entre ellos.

RESULTADOS DE MODELAMIENTO

En la Tabla 1 se presentan los niveles de ruido pronosticados por el modelo en los receptores más cercanos al proyecto para los dos años de operación seleccionados (años 3 y 4), así como los impactos totales de ruido (resultados de la suma logarítmica entre los niveles base y los niveles de ruido modelados). Es importante mencionar que estos niveles de ruido son representativos para ambos horarios (diurno y nocturno).

Tabla 1: Resultados de los Niveles de Ruido Modelados e Impactos Estimados Totales

Código	Nombre	Línea Base	Niveles de Ruido Modelados LAeqT (dBA)		Impactos Estimados Totales de Ruido (dBA)		Incremento (dBA)		Decreto Ejecutivo No 1 – Zona Residencial (dBA)	
			Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Año 3	Año 4	Diurno	Nocturno
R1	La Llana	48.8	20.2	34.6	48.8	49.0	0.0	0.2	60	50
R2	Boca de Quema		28.0	40.3	48.8	49.4	0.0	0.6		
R3	Rio Quema		23.8	34.4	48.8	49.0	0.0	0.2		

Tal como se observa en la Tabla 1, los niveles de ruido estimados como de impacto total en receptores se encuentran por debajo de los valores establecidos por el Decreto Ejecutivo No 1, que establece 60 dBA y 50 dBA para horario diurno y nocturno, respectivamente.

El cambio de los niveles de ruido en estos receptores se encuentra en el rango de a 0 dBA a 0.6 dBA con respecto a los niveles de ruido de línea base. Por lo tanto, la contribución de los niveles de ruido generados por las actividades de operación del Proyecto en receptores cercanos es ínfima, ya que el valor de la línea base es mucho mayor que los niveles de ruido modelados, los cuales son fácilmente asimilados por los primeros. En la Tabla 2 se explica la variación o incremento en los niveles de línea base con respecto a la diferencia entre los niveles modelados y la línea base.

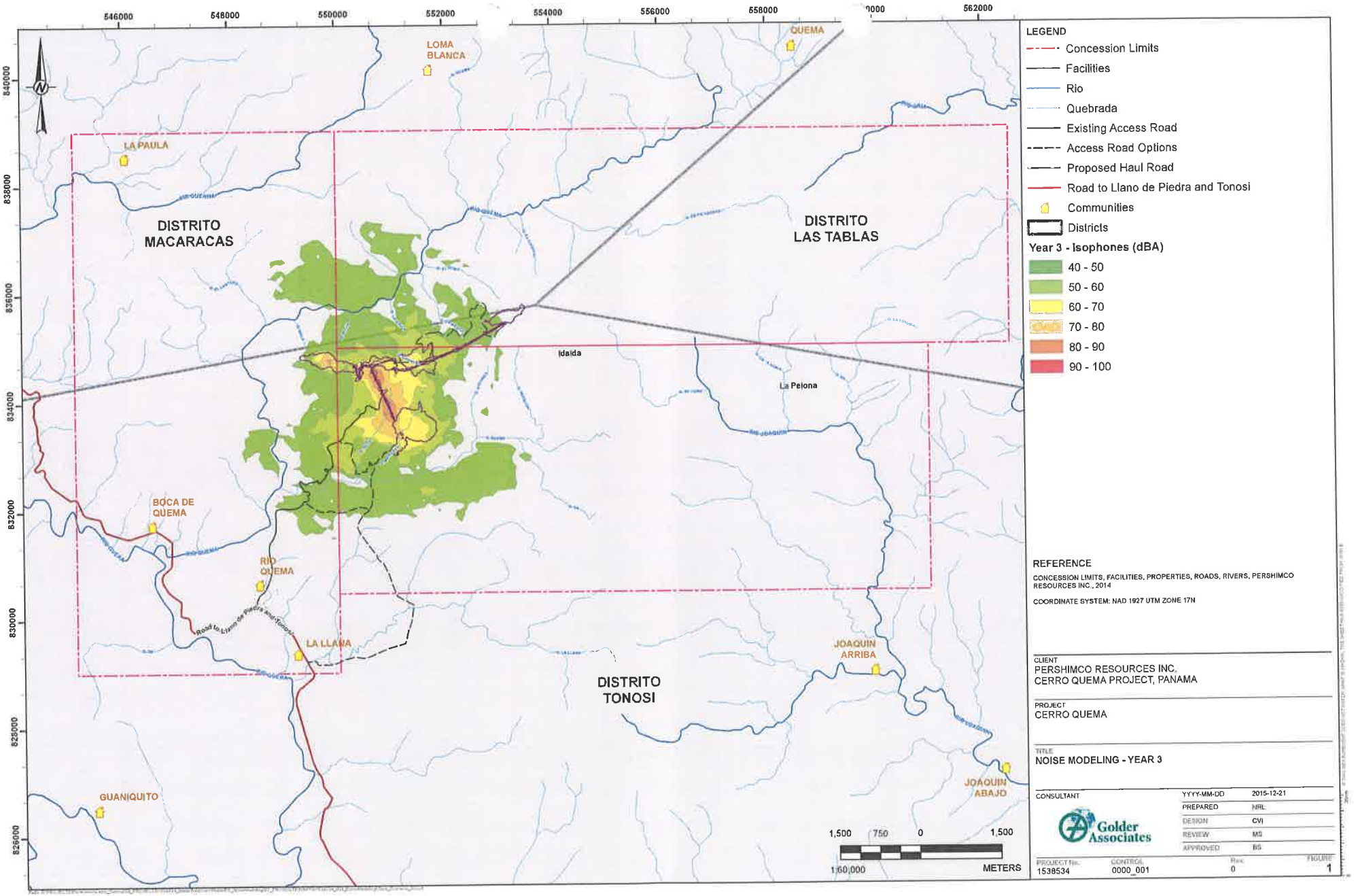
Tabla 2: Incremento en los niveles de Ruido asociados al Proyecto en la Línea Base (dBA)

Diferencia Total entre los niveles de ruido (Proyecto – Línea Base)	Incremento en la línea base
-10	0.4
-6	1.0
-2	2.1
0	3.0
+2	4.1
+6	7.0
+10	10.4

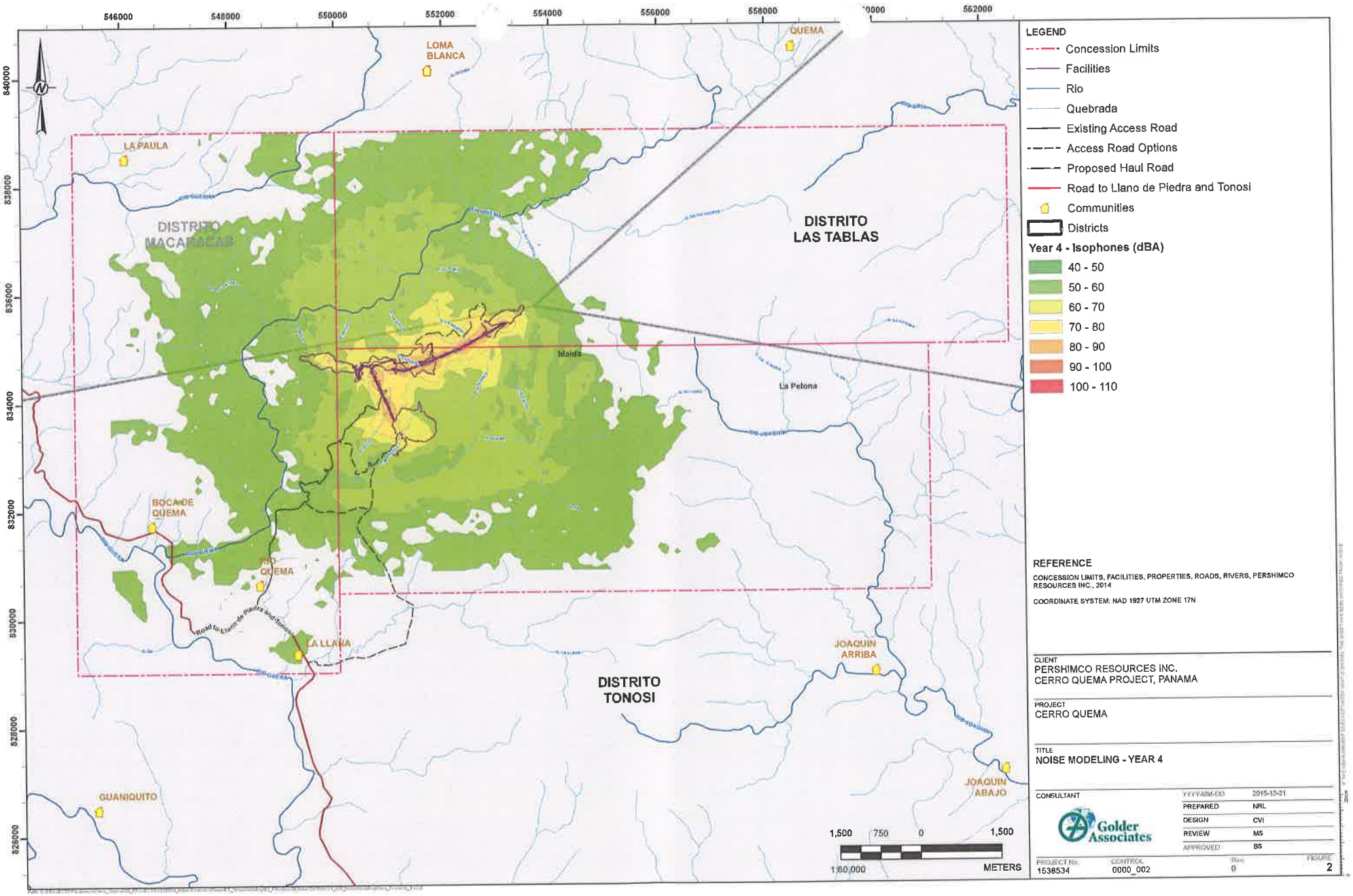
Con base en los valores representados en la Tabla 2, si los niveles pronosticados por el modelo se encuentran 10 dBA más bajos que los niveles de línea base, entonces el impacto total de ruido se incrementara en 0.4 dBA. Para que el incremento con respecto a la línea base sea mayor de 3 dBA los niveles de ruido modelados deberían ser iguales o mayores que los valores registrados como de línea base.

En general, los niveles pronosticados por el modelo y asociados con las actividades de operación del Proyecto Cerro Quema, no son dominantes en los receptores, por lo que un incremento por debajo de 2 dBA con respecto a la línea base no afecta el umbral de percepción de los seres humanos. Las Figuras 1 y 2 muestran las isófonas pronosticadas por el modelo de ruido para los años 3 y 4, respectivamente.

Los resultados de los niveles de ruido pronosticados por el modelo en la ruta de transporte presentan un máximo de 41 dBA en la fuente, nivel que va decreciendo en 5 dBA cada 50 m desde la ruta de transporte. Por lo tanto, las poblaciones aledañas no serán afectadas por el ruido derivado del tránsito de camiones mineros en esta vía.


546000
548000
550000
552000
554000
556000
558000
562000
840000
838000
836000
834000
832000
830000
828000
826000
LOMA BLANCA
QUEMA
LA PAULA
DISTRITO MACARACAS
DISTRITO LAS TABLAS
Idaida
La Pelona
BOCA DE QUEMA
RIO QUEMA
Road to Llano de Piedra and Tonosi
LA LLANA
DISTRITO TONOSI
JOAQUIN ARRIBA
JOAQUIN ABAJO
GUANIQUITO
1,500 750 0 1,500
1:60,000
METERS
LEGEND
Concession Limits
Facilities
Rio
Quebrada
Existing Access Road
Access Road Options
Proposed Haul Road
Road to Llano de Piedra and Tonosi
Communities
Districts
Year 3 - Isophones (dBA)
40 - 50
50 - 60
60 - 70
70 - 80
80 - 90
90 - 100
REFERENCE
CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014
COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N
CLIENT
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA
PROJECT
CERRO QUEMA
TITLE
NOISE MODELING - YEAR 3
CONSULTANT
Golder Associates
YYYY-MM-DD 2015-12-21
PREPARED NRL
DESIGN CVI
REVIEW MS
APPROVED BS
PROJECT No. 1538534
CONTROL 0000_001
Rev. 0
FIGURE 1

1620



REFERENCE

CONCESSION LIMITS, FACILITIES, PROPERTIES, ROADS, RIVERS, PERSHIMCO RESOURCES INC., 2014

COORDINATE SYSTEM: NAD 1927 UTM ZONE 17N

CLIENT
PERSHIMCO RESOURCES INC.
CERRO QUEMA PROJECT, PANAMA

PROJECT
CERRO QUEMA

TITLE
NOISE MODELING - YEAR 4

CONSULTANT
Golder Associates

YYYY-MM-DD	2015-12-21
PREPARED	NRL
DESIGN	CVI
REVIEW	MS
APPROVED	BS

PROJECT No. 1538534 | CONTROL 0000_002 | Rev. 0 | FIGURE 2

4626
1621

ANEXO 3.3.

MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL – LÍNEA BASE

TECHNICAL MEMORANDUM

Fecha:	Marzo 30, 2016	**Proyecto No.:**	15-25519
Para:	Pierre Bureau, Octavio Choy	**Compañia:**	Golder Associates Inc, Reno
De:	Gage Miller, Maria Sheen		
cc:	Todd Minard, Benny Susi,	**Email:**	
RE:	**MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y RUIDO AMBIENTAL – LINEA BASE**		

1.0 INTRODUCCION

Golder realizó una campaña de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental con el fin de caracterizar la calidad del aire y los niveles de ruido existentes como parte de la línea base del Proyecto Cerro Quema antes que las actividades mineras comiencen.

2.0 METODOLOGIA

En esta sección se describe la metodología utilizada para la selección de estaciones de monitoreo, los parámetros de medición y el método de medición relacionado a los equipos de monitoreo.

2.1 *Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido*

Para el establecimiento de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental llevado a cabo por Golder, se contemplaron los siguientes criterios para sus ubicaciones:

- La existencia de poblaciones;
- cercanía a las instalaciones de la operación futura del Proyecto Cerro Quema;
- accesibilidad a las estaciones de monitoreo;
- dirección del viento; y
- características topográficas del área.

Para la caracterización de las concentraciones de calidad del aire se instalaron dos estaciones, una de las estaciones se encuentra a sotavento del proyecto y en el receptor más cercano a las futuras operaciones y la otra estación se ubica en las inmediaciones de las futuras instalaciones del proyecto. Para la caracterización del ruido ambiental, se consideró la ubicación de tres estaciones de monitoreo, todas ellas ubicadas en receptores cercanos al Proyecto. El monitoreo en estas estaciones se llevó a cabo desde el 19 de Marzo al 23 de Marzo del 2016.

En la Tabla 1 se presentan las coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo de calidad del aire y ruido ambiental. Asimismo en la Figura 1 del Apéndice A se presentan la ubicación de estas estaciones.

Golder, Golder Associates and the GA globe design are trademarks of Golder Associates Corporation

Tabla 1: Ubicación de las estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido Ambiental

Código	Receptor	Coordenadas UTM		
		Este (m)	Norte (m)	Elevacion (msnm)
Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire				
ST-AIR-01	Futura instalacion minera	550 228	834 656	529
ST-AIR-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental				
ST-NO-01	Boca de Quema	546 917	831 260	59
ST-NO-02	Rio Quema	548 662	831 001	101
ST-NO-03	La Llana	549 442	829 093	62

Se observa en la Tabla 1 que las estaciones ST-AIR-02 y ST-NO-02 están ubicadas en el mismo lugar.

2.2 *Parámetros de Medición*

Los parámetros de calidad del aire que se registraron en las dos estaciones de monitoreo de calidad del aire son:

- Dióxido de azufre (SO_2),
- Oxidos de nitrógeno totales (NO_x),
- Dióxido de nitrógeno (NO_2),
- Partículas totales en suspensión (TSP),
- Material particulado (PM) con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras (PM-10); recogido por muestreador de partículas inhalables
- PM con diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras (PM-2,5); recogido por muestreador de partículas inhalables
- Mercurio (Hg)
- Cianuro de hidrogeno (HCN)

Los parámetros acústicos registrados en las tres estaciones de monitoreo fueron:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{AeqT}), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);
- nivel de presión sonora máximo ($L_{máx}$), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);
- nivel de presión sonora mínimo ($L_{mín}$), expresado en decibeles con ponderación A (dBA);

2.3 *Equipos y Métodos*

2.3.1 Calidad del Aire

Los parámetros de calidad del aire mencionados se muestrearon usando tres técnicas de monitoreo distintas. Los contaminantes gaseosos como SO_2, NO_x y NO_2 se midieron usando el método pasivo de muestreo de Maxxiam. El materila particulado como TSP, PM-10 y PM-2,5 se midieron utilizando un muestreador táctico de aire (TAS) Minivol operado con baterías. Los parámetros Hg y HCN se midieron utilizando tubos de detección de gas Draeger a corto plazo. A continuación se presentan descripciones más detalladas de estas técnicas de monitoreo.

2.3.1.1 Método de Muestreo Pasivo

Las muestras gaseosas (SO_2, NO_x y NO_2) se recogieron en cada estación usando un sistema de muestreo pasivo. El sistema de muestreo pasivo de Maxxam usa un refugio de lluvia especialmente diseñado para permitir que los muestreadores pasivos sean instalados con orientación hacia abajo y para permitir el movimiento del aire a través de la superficie de la barrera de difusión durante cualquier condición meteorológica. Este tipo de toma de muestras permite la absorción física de muestras de vapor a través de un proceso permeativo o difusivo. Después de la exposición, las muestras se analizan en un laboratorio. Las velocidades de muestreo de los muestreadores pasivos se calculan utilizando una ecuación que toma en cuenta factores meteorológicos. Con un período de exposición de 3 días, las muestras tienen un límite de detección de 0,79 microgramos por metro cúbico ($\mu g/m^3$) para el SO_2 y 0,56 $\mu g/m^3$ para el NO2.

2.3.1.2 Muestreador Táctico de Aire Minivol

Muestras de material particulado para TSP, PM-10 y PM-2,5 se recogieron durante un período de 24 horas en ambos lugares de monitoreo. Todas las muestras se recogieron usando un muestreador táctico de aire (TAS) Minivol que funciona con baterías. El TAS aspira aire a través de un filtro de tara con un caudal conocido [5 litros por minuto (lpm)] durante un período de tiempo conocido (24 horas, ± 1 hora). La diferencia en peso de los filtros determinada por el laboratorio proporcionará una masa conocida de PM en microgramos; y con la tasa de flujo y la duración medidas, un volumen de aire en metros cúbicos que pasa a través del filtro se puede calcular. Esto proporcionará una concentración de PM en microgramos/m^3. El cabezal de tamaño selectivo se fabrica para tener puntos de corte para permitir que sólo PM impacte el filtro cuando se opera a un caudal de 5 lpm (± 5 por ciento).

A partir de los filtros de TSP, se analizaron las concentraciones de metales mediante la metodología de espectrometría el cual utiliza rayos x fluorescentes. Los fundamentos de la espectrometría se basan en la interacción de los fotones de rayos X de una fuente de excitación de los elementos de interés que se encuentra en la muestra (filtro). Estos fotones interactúan con los átomos de la muestra cuando los fotones causan la expulsión de electrones de la capa interior, luego los electrones de las capas exteriores ocupan los espacios vacantes. Estas transiciones dan lugar a la emisión de rayos X que son características del

elemento. La energía característica de rayos X es igual a la diferencia entre las energías de unión de electrones de las dos capas de electrones que participan en la transición. Debido a que las energías de enlace de electrones son una función del número atómico, la energía de los rayos X será característica del elemento. El número o la intensidad de los rayos X producidos a una energía dada proporcionan una medida de la cantidad de elemento presente para luego compararse con las normas disponibles.

2.3.1.3 System Tubular Draegar

Los tubos Draeger son viales de vidrio, llenos de un reactivo químico que reacciona con una sustancia química específica o familia de productos químicos específicos. Un volumen calibrado de aire se extrajo a través de los tubos con una bomba de aire de precisión. Si los productos químicos específicos (Hg y HCN) están presentes, el reactivo en el tubo cambia de color y la duración del cambio de color indica típicamente la concentración medida.

El rango de medición del tubo Draeger para cada contaminante se indica a continuación:

- Hg: 0.05 – 2.0 mg/m^3
- HCN: 0.5 – 100 partes por millón (ppm)

2.3.2 Ruido Ambiental

En cada estación de ruido ambiental se instaló un sonómetro integrador portátil Larson Davis tipo 1 para la medición de 24 horas continuas de ruido. La instalación de los sonómetros se realizó tomando en consideración los siguientes criterios:

- Se ubicó el equipo de monitoreo en un lugar libre de obstáculos y de fácil acceso;
- se instaló el sonómetro con una pantalla cortaviento, sobre un trípode a una altura aproximada de 1,5 m sobre la superficie y a no menos de 3 m de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal; y
- el operador del sonómetro se ubicó a una distancia mayor a 2 m cuando el equipo estuvo en funcionamiento.

Los registros de cada medición han sido descargados mediante el Utility. En el Apéndice B se presenta los certificados de calibraciones del sonómetro.

3.0 Normativa de Calidad del Aire y Ruido Ambiental

3.1 *Calidad del Aire*

Desde que Panamá no cuenta con estándares de calidad del aire, Golder comparó los impactos resultantes con los estándares nacionales de calidad ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (NAAQS, por sus siglas en ingles) de la USEPA, así como las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos estándares pueden ser primarios o secundarios. Los estándares primarios proporcionan protección de la salud pública, incluyendo la protección de la salud de las poblaciones "sensibles" como los asmáticos,

los niños y los ancianos. Las normas secundarias proporcionan la protección del bienestar público, incluida la protección contra la disminución de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios. En el Tabla 2 se presenta los estándares para los parámetros de material particulado, cuyas unidades se encuentran en microgramos por metro cubico.

Tabla 2: Estándares de Calidad del Aire

Parametro	Source	Primario/ Secundario	Periodo	Concentracion	Formato
SO_2	USEPA	primario	1 Horas	75 ppb	99th percentil de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		secundario	3 horas	0.5 ppm	No deberá ser excedido más de una vez por año
	OMS	Long-term Guideline	24 horas	52.4 ppb	24 horas promedio
NO_2	USEPA	primario	1 horas	100 ppb	98th percentil de 1 hora diaria máxima concentraciones, promedio de 3 años
		primario y secundario	Anual	53 ppb	Media anual
TSP	OMS	Valor guia	24 horas	150 – 230 ug/m^3	No deberá ser excedido más de una vez por año
		Valor guia	Anual	60 – 90 ug/m^3	
PM-10	USEPA	primario y secundario	24 horas	150 ug/m^3	No deberá ser excedido más de una vez por año en un promedio de 3 años
PM-2,5	USEPA	primario y secundario	24 horas	35 ug/m^3	Percentil 98th para un promedio de 3 años
		primario	Anual	12 ug/m^3	Media anual para un promedio de 3 años
		secundario	Anual	15 ug/m^3	Media anual para un promedio de 3 años
HCN	Agencia de Arizona		1 hora	3,9 ug/m^3	
	Agencia de Arizona		Anual	0,313 ug/m^3	
Hg	USEPA		Maximo	1 ug/m^3	

3.2 *Ruido Ambiental*

De acuerdo al decreto ejecutivo No 1 del 2004 promulgado en Panamá, se determinan los niveles de ruido límite para áreas residenciales e industriales, los cuales se muestran en la Tabla 3

Tabla 3: Niveles Máximos de Ruido

Horario	Periodo	Nivel Sonoro Maximo (dBA)
Diurno	6:00am a 9:59pm	60,0
Nocturno	10:00pm a 5:59am	50,0

4.0 RESULTADOS

4.1 *Calidad del Aire*

4.1.1 *Gases*

En la Tabla 4 se presentan los resultados del monitoreo de gases en las dos estaciones de monitoreo. Los resultados de muestreo pasivo para todas las mediciones fueron iguales o inferiores al límite de detección para el NO2, NOx, SO2 y de 1,0 ppb. Estas concentraciones son más bajas que las normas de calidad del aire correspondientes propuestas. En el Apéndice C se presenta el reporte de resultados del laboratorio.

Tabla 4: Concentraciones de Gases

Fecha de muestreo	Unidad	2016/03/19 10:35	2016/03/19 09:45	Límite de Detección	Normativa
Monitoreo Pasivo		ST-AIR-01	ST-AIR-02		
NO_2	ppb	<1.0	<1.0	1	53
NO_x	ppb	1.0	<1.0	1	NA
SO_2	ppb	<1.0	<1.0	1	52

4.1.2 *Material Particulado*

Las muestras de material particulado en la estación ST-AIR-01 se registraron del 21 de marzo al 22 y en la estación ST-AIR-02 desde el 19 de marzo al 20 de Marzo. En el Apéndice D se presentan el reporte de resultados del laboratorio.

Los resultados se resumen en la Tabla 5 y en la Tabla 1 del Apéndice E se presentan en detalle los resultados de material particulado.

Tabla 5: Concentraciones de Material Particulado

Fecha de Muestreo		2016/03/19	2016/03/20	2016/03/21	2016/03/22	Normativa
Parametro	**Unidades**	**ST-AIR-02**	**ST-AIR-02**	**ST-AIR-01**	**ST-AIR-01**	
TSP	µg/m³	59,5	64,2	31,4	30,4	150 - 230
PM_{10}	µg/m³	23,2	37,4	22,3	18,5	150
$PM_{2.5}$	µg/m³	19,2	19,3	14,1	11,6	35

Las concentraciones máximas de TSP, PM-10 y PM-2,5 de 64,2 µg/m³, 37.4 µg/m³ y 19,3 µg/m³ fueron registradas el 20 de marzo en la Estación 2. Las concentraciones máximas de TSP, PM-10 y PM-2,5 en la Estación 1 de 31,4 µg/m³, 22.3 µg/m3, y 14,1 µg/m3 fueron recolectadas el 21 de marzo. Estas concentraciones son mucho más bajas que los niveles normativos de 24 horas de la USEPA y la OMS.

Los resultados del análisis de XRF se resumen en la Tabla 6. El filtro de TSP con la más alta concentración de PM fue seleccionado para este análisis y los 10 metales principales para cada filtro se clasificaron de más alto hasta más bajo en la siguiente tabla.

Los resultados del análisis muestran que cloro, sodio y azufre son los principales componentes identificados en la estación ST-AIR-01 y silicio, cloro, hierro, azufre, sodio y aluminio, en la estación ST-AIR-02.

Tabla 6: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores

Estacion		ST-02		ST-01
Fecha		2016/03/20		2016/03/21
Rango	**Metal**	**(µg)**	**Metal**	**(µg)**
1	Silicio (Si)	26.26	Cloro (Cl)	12.06
2	Cloro (Cl)	13.75	Sodio (Na)	8.539
3	Hiero (Fe)	12	Azufre (S)	8.289
4	Azufre (S)	10.98	Silicio (Si)	6.522
5	Sodio (Na)	10.61	Aluminio (Al)	2.946
6	Aluminio (Al)	10.1	Iron (Fe)	2.503
7	Potasio (K)	5.504	Potasio (K)	2.434
8	Calcio (Ca)	5.503	Magnesio (Mg)	1.929
9	Magnesio (Mg)	4.132	Calcio (Ca)	1.263
10	Titanio (Ti)	0.7661	Titanio (Ti)	0.1808

4.2 Mercurio y Cianuro de Hidrogeno

Los resultados de los tubos Draeger para Hg y HCN se resumen en la Tabla 7. Todas las muestras recogidas estuvieron por debajo del límite detectable de los tubos. En el Apéndice F se muestran los umbrales de detección de los tubos drager.

Tabla 7: Resultados en los Tubos Draeger

Estación	ST-AIR-01		ST-AIR-02	
Fecha de Muestreo	Hg (mg/m^3)	HCN (ppm)	Hg Hg (mg/m^3)	HCN (ppm)
2016/03/19	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/20	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/21	BDL	BDL	BDL	BDL
2016/03/22	BDL	BDL	BDL	BDL
Límite de Detección	0.05	0.5	0.05	0.5

BDL – debajo del límite de detección

4.3 *Ruido Ambiental*

En la Tabla 8 se presentan los niveles de ruido monitoreados en los tres receptores más cercanos a las instalaciones mineras y ruta de transporte.

Tabla 8: Resultados de los Niveles de Ruido en Receptores

Código	Receptor	Niveles de Ruido – Línea Base (dBA)		L min	L máx.
		Diurno	Nocturno		
ST-NO-01	Boca de Quema	53,2	47,9	27,4	84,1
ST-NO-02	Rio Quema	46,3	36,6	25,1	79,8
ST-NO-03	La Llana	51,9	43,2	28,1	93,0

Se observa en la Tabla 8 que los niveles de ruido registrados en cada uno de los receptores se encuentran por debajo de los estándares panameños para áreas residenciales en horarios diurnos (60,0 dBA) y nocturnos (50,0 dBA).

5.0 CONCLUSIONES

Los resultados de la calidad del aire presentados en las secciones anteriores son típicos de entornos rurales y remotos como en los que se ubica el Proyecto. Dado que hay muy poca industria o fuentes principales de contaminación, las concentraciones de contaminantes fueron bastante baja. Las principales fuentes de contaminación que se observaron en la zona fueron polvo llevado por el viento, la quema localizada de la basura para su eliminación, la quema de combustible para cocinar, y las fuentes naturales de bajo nivel de contaminación. Asimismo, las fuentes de los niveles de ruido son en su mayoría naturales, característicos de una localidad remota. La principal fuente acústica antropogénica fue el tráfico en la vía de acceso que se encuentra a menos de 50 m de cada receptor.

5.1 *Gases*

Los resultados de muestreo pasivo de SO_2, NO_2, NO_x estuvieron en o por debajo del límite de detección de 1,0 ppb. Esto se espera ya que no hay fuentes industriales en la zona del Proyecto. Las fuentes secundarias de NOx se incluirían en la quema localizada de la basura y de los combustibles para cocinar.

Similar al muestreo pasivo, el muestreo con el tubo Draeger de HCN y Hg no genero mediciones por encima del límite de detección. De nuevo, esto se espera de un área libre de fuentes industriales de contaminación del aire. Esto también indica que no hay una fuente natural de HCN o Hg en la zona.

5.2 *Material Particulado*

Todas las mediciones de partículas estuvieron por debajo de los estándares para el TSP, PM-10 y PM-2.5. En general, las concentraciones de PM fueron mayores en la Estación 2 que en la Estación 1. TSP y PM-10 fueron significativamente más bajas que las normas, estando muy por debajo del 50 % del estándar para cada medición en cada Estación. Sin embargo, PM-2.5 fue de aproximadamente el 55 % de la norma en la ST-AIR-02. Las observaciones del monitoreo indican que fuertes vientos en este lugar probablemente causaron una fuente de polvo llevado por el viento aumentando las concentraciones en la estación ST-AIR-02.

El análisis de XRF de las muestras TSP mostraron niveles significativamente más altos de silicio y hierro en la Estación 2 que en la Estación 1, esto también concuerda con la conclusión de que el polvo fue llevado por el viento o el suelo siendo el principal contribuyente de los niveles elevados de PM en la Estación 2.

5.3 *Niveles de Ruido*

Las tres estaciones de monitoreo de ruido ambiental presentan niveles de ruido por debajo de los niveles máximos panameños para áreas residenciales tanto para el horario diurno y nocturno. La estación que presenta mayores niveles de ruido es aquella que se instaló en la comunidad Boca de Quema (ST-NO-01). Durante las mediciones de ruido en esta estación se pudo percibir el paso de automóviles por la vía que se encontraba a 50 m de la estación así como el ruido ocasionado por la escuela Boca de Quema en los

horarios de recreo. La estación de monitoreo que presentó niveles de ruido más bajos fue la estación ST-NO-02 (Rio de Quema), la cual se ubica en el acceso a las futuras instalaciones mineras.

SNC·LAVALIN

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

ANEXO 3.4.

INFORME DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO EN RECEPTORES PREPARADO POR CODESA

1633
1634

CODESA
CORPORACION DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

CARBONO NEUTRO

ISO 9001
Icontec
N° SC-CER139957

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

Informe de Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión (PTS)

Respuesta a la ampliación del proyecto titulado "PROYECTO MINERO CERROQUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO" para el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III

Preparado para

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"



Marzo, 2016

~~1634~~
1635

Informe de Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión (PTS)

Respuesta a la ampliación del proyecto titulado "PROYECTO MINERO CERRO QUEMA PARA LA EXTRACCIÓN DE ÓXIDOS DE ORO" para el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III

Preparado para:

MCQSA
"Compromiso Social, Responsabilidad Ambiental"

Elaborado por:

CODES
CORPORACION DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 Icontec
N° SC-CER139957

IQNet CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

CARBONO NEUTRO

Marzo, 2016

CODES CORPORACION DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Venicia Cerrud DIPROCA-AA-037-2012/Act. 2015	Vilka Szobotka DIPROCA-AA-010-2010/Act. 2015	Karina Guillen

Índice

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVO 4
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA Y EL EQUIPO DE MEDICIÓN 5
4. METODOLOGÍA 5
5. RESULTADOS 6
6. CONCLUSIÓN 6
7. RECOMENDACIONES 7
8. BIBLIOGRAFÍA 7
Anexos 8
Anexo 1 Registro de Imágenes
Anexo 2 Data generada por el equipo de medición
Anexo 3 Índice de calidad de aire de acuerdo al Oack Ridge Air Quality Index
Anexo 4 Certificado de Calibración del Equipo
Anexo 5 Cadenas de Custodia de los Monitoreos

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire es una indicación de cuánto el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado. La buena o mala calidad del aire de una región está relacionada con diversos y complejos factores, como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos) –PROAIRE 2011.

Existen diversos valores de referencia internacionales de calidad del aire del ambiente, cuyo propósito es servir de guía para los países, referente a las emisiones permisibles de partículas totales en suspensión (PTS), tales como la Oak Ridge Air Quality Index (Canarina 2001).

En virtud de que Panamá está en proceso de adopción de una legislación sobre normas para la calidad de aire ambiental, los datos obtenidos en este informe, se compararán con los límites permisibles que contempla el Oak Ridge Air Quality Index (ORAQI), el cual evalúa la concentración media de contaminantes en el aire. La concentración standard del ORAQI se refiere a un aire de una calidad media (de 0 a 100, 50%), el cual se puede generalizar incluyendo otros productos contaminantes que se encuentran con facilidad, a fin de definir un índice de calidad de aire más general (ICAIRE).

Las partículas se han estratificado en función de su tamaño, habilidad de penetración y depósito en los pulmones. Las partículas con diámetros mayores a 10 micrómetros o µm (PTS) se depositan casi exclusivamente en la nariz y garganta; las PM10, también llamadas fracción torácica o inhalable, pueden penetrar y depositarse a lo largo del tracto respiratorio. Así, las partículas finas llegan a los bronquíolos respiratorios y región alveolar, por lo que se les conoce como partículas respirables. La fracción más gruesa se deposita por sedimentación, mientras que la fina, por difusión (Lippmann 1989).

2. OBJETIVO

Evaluar la calidad de aire presente en el ambiente donde se realizará el Proyecto y compararlo con la normativa aplicable.

3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA Y EL EQUIPO DE MEDICIÓN

En las tablas 2.3.1 y 2.3.2 se presentan los datos de la empresa promotora y del equipo de medición; la certificación del equipo utilizado se adjunta en el anexo 2.3.3.

Tabla 2.3.1. Generalidades de la empresa promotora

Datos generales de la empresa	
Nombre de la empresa	Minera Cerro Quema, S.A.
Actividad principal	Extracción de Minerales Metálicos, Oro y Plata
Teléfono	848-2042 / 836-5612 (Oficinas Operativas en Campo); 970-0522 (Oficinas administrativas en la Ciudad de Chitré)

Fuente: Minera Cerro Quema S.A., 2016.

Tabla 2.3.2. Equipo de medición para calidad de aire

Calidad del aire (Monitoreo PTS)	
Norma aplicable	Índice de Calidad de Aire (ORAQI - ICAIRE).
Equipo utilizado	MICRODUST PRO CASELLA
Número de serie	1079216
Calibración	9 de septiembre de 2015
Ubicación de las mediciones	1. Casa de la Familia Moreno 2. Sub-Centro de Salud Altos de Güera 3. Centro de Educación Básica General Quema 4. Centro de Educación Básica General Río Quema
Horario de muestreo	1. Casa de la Familia Moreno: 15/3/16, 8:36 a.m. 2. Sub-Centro de Salud Altos de Güera: 15/3/16, 10:55 a.m. 3. Centro de Educación Básica General Río Quema: 15/3/16, 12:04 p.m. 4. Centro de Educación Básica General Quema: 15/3/16, 3:07 p.m.
Técnico encargado	Cinthya Hernández

Fuente: Datos de Campo, CODESA, 2016 (ver certificado de calibración en el anexo 2.3.3).

4. METODOLOGÍA

Para monitorear las partículas totales suspendidas (PTS), que se generan en el área de trabajo del proyecto, se realizó lo siguiente:

- Selección del área para realizar la toma de muestras en cada punto.
- Registro de los parámetros meteorológicos del día de la medición.
- Medición de las partículas totales suspendidas (PTS), por espacio de 1 hora.
- Análisis de los resultados de acuerdo a los requisitos que establece el Índice de Calidad de Aire (ORAQI - ICAIRE).

5. RESULTADOS

Las mediciones de calidad de aire se efectuaron en las áreas que fueron seleccionadas previamente.

Las situaciones de emergencia para la salud surgen a partir de un aire con calidad inferior al 50% en el ICAIRE. Es importante señalar que en Panamá existe un anteproyecto de Norma de Calidad de Aire Ambiente, en el cual no se contemplan los límites máximos permisibles para PTS.

Tabla 2.3.3. Datos obtenidos en la medición de PTS

Áreas	Parámetro	Tiempo de medición	Resultado	ORAQI -ICAIRE (%)[1]
Casa de la Familia Moreno	PTS	8:36 a.m. - 9:36 a. m.	N.D.	100
Sub-Centro de Salud Altos de Güera	PTS	10:55 a.m. – 11:55 a. m.	N.D.	100
Centro de Educación Básica General Río Quema	PTS	12:04 p.m. – 1:04 p. m.	N.D.	100
Centro de Educación Básica General Quema	PTS	3:07 p.m. – 4:07 p. m.	N.D.	100

Fuente: ORAQI – ICAIRE. Ver Anexo 5.3. Valores porcentuales y de concentración de referencia para el cálculo de los índices ORAQI-ICAIRE. N.D.: No detectable por el equipo de medición.

Los valores registrados por el equipo durante la medición de PTS se presentan en el anexo 2.

Cabe destacar que estas carreteras son de poco tránsito; sin embargo, se observaron y fotografiaron los vehículos particulares que transitaban mientras se realizaba el monitoreo tanto en la casa de la Familia Moreno y como en el Centro de Educación Básica General Río Quema.

6. CONCLUSIÓN

Según el índice de ORAQI – ICAIRE, los resultados obtenidos en las mediciones consideran que la calidad del aire en estas zonas es "excelente" (100%).

[1] Oack Ridge Air Quality Index (ORAQI) - Índice de calidad de aire (ICAIRE), se manifiesta en %.

7. RECOMENDACIONES

- Continuar con los monitoreos de partículas que brindan información sobre la calidad de aire en las distintas áreas monitoreadas.
- Rociar con agua, principalmente durante la época seca, las zonas que queden desprovistas de vegetación; a fin de evitar el levantamiento de partículas de polvo.
- En caso de realizarse algún trabajo en las zonas monitoreadas, proveer de equipo de protección respiratoria al personal.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BM (Banco Mundial). 2007. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para el sector minero. Corporación Financiera Internacional del BM. 40 p. En línea en: http://www1.ifc.org/wps/wcm/connect/f6da92804885595282bcd26a6515bb18/0000199659ESes%2BMining%2Brev%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=f6da92804885595282bcd26a6515bb1
- Henry, J.G.; Heinke, G.W. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.
- MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2001. Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 43-2001."Por medio de la cual se dicta los parámetros para el control de contaminantes atmosféricos en el ambiente de trabajo". Gaceta Oficial Núm. 24303, jueves 17 de mayo de 2001. pp. 3-43.

Anexos

Informe de Monitoreo de Partículas Totales en Suspensión

Anexo 1
Registro de Imágenes





Imágenes 1 y 2. Vista del personal de CODESA con el equipo de medición y de la ubicación del monitoreo (casa de la Familia Moreno)





Imágenes 3 y 4. Vista de vehículos pasando frente al equipo de medición (casa de la Familia Moreno)





Imágenes 5 y 6. Vista del personal de CODESA con el equipo de medición y de la ubicación del monitoreo (Sub-Centro de Salud Altos de Güera)





Imágenes 7 y 8. Vista del personal de CODESA con el equipo de medición y de la ubicación del monitoreo (Centro de Educación Básica General Río Quema)



Imagen 9. Vista de vehículo pasando por el Centro de Educación Básica General Río Quema





Imágenes 10 y 11. Vista del equipo de medición y de la ubicación del monitoreo (Centro de Educación Básica General Quema)

Anexo 2
Data generada por el equipo de medición