



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

REPORTE - BORRADOR



Report Number: 1400908

CQ04-GAL-R-002-V4.2

Distribution:

PDF - Golder Associates Ltd.

PDF - Pershimco Resources Inc.





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 rípios 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 rípios 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 <i>[dentro del texto]</i>
Tabla 5-3:	Criterio de Generación Neta de Acido (NAG) para el Potencial de Formación de Acido <i>[dentro del texto]</i>
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 <i>[dentro del texto]</i>
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



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 desarrollando 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 topografía prominente en la costa suroeste (Pacífico) 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 silíceo. 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 porfírica. 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 illita/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 rípios 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.

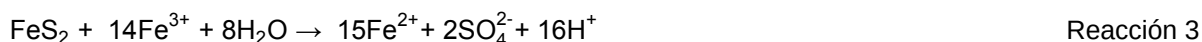
4.2 Oxidación de Sulfuros

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, aluminosilicato, 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):

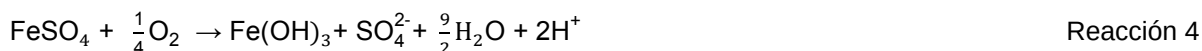


La oxidación de la pirita y la pirrotita puede liberar y movilizar ácido [H^+], sulfato [SO_4] y hierro [Fe] al agua intersticial de los estériles y ripios. El hierro liberado como resultado de la oxidación de los sulfuros puede oxidarse a su vez desde hierro ferroso [Fe^{2+}] a hierro férrico [Fe^{3+}] y actuar como un oxidante también, tal como se muestra abajo (Blowes et al., 2004):



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 ácidos 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:





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 aluminosilicatos 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, Cassidy & 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 (CO₃-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 (CO₃-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 CO₃-NP es calculado a partir del contenido de carbonatos (wt% como CO₃).

El NP y el CO₃-NP típicamente se comparan con el propósito de evaluar la fuente mineralógica del NP en una muestra. La diferencia entre el NP y el CO₃-NP es que el NP representa el potencial de neutralización de ácido total, mientras que CO₃-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 CO₃-NP, el NP se puede atribuir probablemente a la disolución de los carbonatos. En los casos donde el NP es significativamente mayor que NP-CO₃, 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	$1 \leq NPR \leq 2$	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 siglas 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 Límites 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 "incierto" (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 $\text{CO}_3\text{-NPR}$ superiores a 2 y son clasificadas como NAF. El valor $\text{CO}_3\text{-NPR}$ 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/CO₃-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/CO₃-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/CO₃-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/CO₃-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 periodo 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 continua 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 las 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 CO₃-NP basado en las velocidades de producción de calcio, sulfato y alcalinidad. Las tasas de agotamiento NP y CO₃-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 CO₃-NP están basadas en las concentraciones de sulfatos en el lixiviado de la celda de humedad (NP-SO₄), que fueron calculadas utilizando la ecuación (2):

$$\text{NP (mg/kg como CaCO}_3\text{)} = \text{SO}_4 \text{ (mg/L)} \times \frac{100,09 \text{ g/mol CaCO}_3}{96,06 \text{ g/mol SO}_4} \times \frac{\text{Volumen de Lixiviado (L)}}{\text{Masa de Carga de la Celda de Humedad (kg)}} \quad (2)$$

Las tasas de agotamiento fueron calculadas entonces utilizando la ecuación (3):

$$\text{Agotamiento (\%)} = \frac{\text{Potencial de Neutralización Inicial (mg/kg)} - \text{Carga Acumulativa (mg/kg)}}{\text{Potencial de Neutralización Inicial (mg/kg)}} \times 100 \quad (3)$$

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/CO₃-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 CO₃-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 rípios 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 las 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 rípios 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 rípios 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 aislen 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

Alteración	Muestras Recolectadas		Toneladas de Estériles
	Número	Porcentaje	Porcentaje
<i>Quemita</i>			
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
<i>La Pava</i>			
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

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	K	Li	Mg
		De	Hasta		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Abundancia de la corteza (Price)					0.075	82300	1.8	425	3.0	0.009	41500	3.0	25	102	60	56300	0.09	20850	20	23300
Quemita																				
2014-CG-001	PRH11002	34	46	Alteración Sílice	1.6	57000	20	210	0.14	0.48	280	0.23	21	88	710	48000	0.93	2800	14	370
2014-CG-002	PRH11002	62	68		0.75	5600	270	80	0.020	4.6	150	0.020	0.71	18	51	6900	0.050	210	2.0	65
2014-CG-003	PRH12178	22	26		0.27	70000	12	190	0.36	0.41	120	0.19	22	86	1200	47000	0.17	7700	11	1000
2014-CG-004	PRH11003	12	20		0.20	72000	5.1	230	0.45	0.090	1200	0.15	8.2	68	800	75000	0.080	6300	31	4700
2014-CG-005	PRH11004	37	46		0.75	13000	650	64	0.050	6.8	640	0.020	0.37	33	110	37000	0.50	70	6.0	36
2014-CG-006	PRH11004	62	68		1.0	1900	1200	35	0.040	9.8	930	0.020	0.35	44	170	63000	1.0	49	2.0	25
2014-CG-007	PRH12147	70	80		0.57	38000	74	270	0.080	4.6	1200	0.040	1.2	71	110	71000	0.18	130	15	53
2014-CG-008	PRH12147	27	37		0.81	59000	6.2	450	0.17	0.21	980	0.020	0.51	71	22	57000	1.0	2100	11	250
2014-CG-009	PRH12147	42	52		0.13	59000	86	69	0.070	4.8	82	0.020	0.10	55	36	29000	0.050	130	23	46
2014-CG-010	PRH11007	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-012	PRH11001	25	35		7.7	2200	1200	96	0.030	5.6	44	0.070	0.49	18	230	55000	3.6	63	2.0	14
2014-CG-013	PRH11001	74	84		2.7	7200	770	4500	0.080	3.6	61	0.020	0.23	41	730	97000	0.89	59	3.0	21
2014-CG-014	PRH11006	52	62		0.58	81000	35	500	0.20	0.67	250	1.1	9.6	72	120	52000	0.70	4800	25	5900
2014-CG-015	PRH11006	66	76		0.18	90000	20	260	0.47	0.090	12000	0.76	30	110	93	76000	0.50	5200	22	3500
2014-CG-016	PRH12261	11	17		0.11	83000	20	390	0.54	0.18	3500	1.9	35	39	230	77000	0.080	7600	25	2900
2014-CG-017	PRH12139	20	29		0.090	75000	13	280	0.46	2.0	40000	1.5	13	68	19	47000	0.050	12000	18	11000
2014-CG-018	PRH12259	11	30		0.24	85000	18	290	0.46	0.20	230	0.44	31	70	250	59000	0.050	12000	27	11000
2014-CG-019	PRH12133	5	17		0.10	50000	25	87	0.21	1.2	180	0.040	0.44	66	110	48000	0.050	2200	11	590
2014-CG-020	PRH12136	13	19		0.25	79000	11	180	0.31	0.090	150	0.11	13	51	200	53000	0.050	15000	11	6400
2014-CG-021	PRH12128	19	29		0.080	69000	10	110	0.44	0.090	37000	1.7	33	61	490	57000	0.13	3200	21	18000
2014-CG-022	PRH12128	30	40		0.15	76000	22	390	0.28	0.090	1200	0.48	33	94	330	65000	0.24	7000	26	1100
2014-CG-023	PRH12128	42	52		0.21	25000	1100	1400	0.070	9.6	450	0.020	0.77	44	280	54000	0.050	330	13	200
2014-CG-024	PRH12156	8	16		0.34	93000	12	97	0.15	0.11	100	0.050	9.0	67	450	24000	0.15	16000	13	8700
2014-CG-025	PRH12156	35	42		0.88	71000	17	430	0.37	4.0	5400	2.1	50	96	2000	120000	0.28	15000	5.0	3700
2014-CG-026	PRH12139	50	54		0.14	79000	9.1	190	0.79	0.090	10000	4.8	33	64	120	46000	0.10	7600	21	6200
2014-CG-028	PRH12131	14	24		0.10	78000	9.9	270	0.63	0.090	2700	0.16	27	19	96	58000	0.050	13000	22	40000
2014-CG-029	PRH12131	24	32		0.10	73000	2.8	210	0.48	0.090	20000	0.090	22	17	88	58000	0.050	16000	21	35000
2014-CG-053	PDH11502	75	80.2		2.3	28000	1300	1300	0.060	7.3	2500	0.13	0.17	170	690	160000	2.0	390	2.0	190
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		0.30	64000	41	860	0.18	1.1	5600	0.40	48	120	600	140000	0.23	3500	21	1700
2014-CG-055	PDH11506	117.978	130		0.28	76000	12	830	0.32	0.15	36000	0.020	120	160	390	67000	0.18	22000	10	16000
2014-CG-031	PRH12143	14	22	Alteración Sílice - Arcilla	0.15	63000	26	140	0.20	0.34	1300	0.020	6.1	98	130	57000	0.25	6400	13	1300
2014-CG-032	PRH12261	3	10		0.040	84000	6.8	440	0.59	0.090	4300	1.9	18	14	240	60000	0.050	11000	31	4500
2014-CG-033	PRH11003	31	40		1.1	71000	19	290	0.27	1.1	2500	0.19	21	62	1100	40000	0.73	4000	24	4100
2014-CG-034	PRH12139	34	49		0.15	80000	4.3	280	0.56	0.090	320	1.0	28	54	79	56000	0.060	8100	21	1100
2014-CG-035	PRH12243	12	22		0.16	92000	4.6	150	0.67	0.090	120	1.1	19	70	390	44000	0.050	20000	13	14000
2014-CG-056	PDH11501	120	133.74		0.10	81000	34	1100	0.19	0.31	3300	0.34	40	140	270	110000	0.22	3100	21	630
2014-CG-057	PDH11506	100	110		0.090	69000	12	1200	0.32	0.090	36000	0.44	25	150	100	66000	0.16	9900	17	31000
2014-CG-036	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	0.070	78000	4.8	200	0.50	0.090	2600	0.16	22	56	60	51000	0.050	13000	26	5400
2014-CG-038	PRH12242	18	35	Roca Fresca	0.12	72000	1.0	240	0.69	0.090	1200	0.49	33	86	80	52000	0.050	16000	19	18000
2014-CG-039	PRH12143	1	6		0.10	80000	6.7	150	0.38	0.090	240	0.18	46	62	670	64000	0.050	14000	17	12000
2014-CG-040	PRH12240	2	27		0.10	72000	4.1	130	0.37	1.8	400	0.58	20	52	32	55000	0.050	9800	21	1600
La Pava																				
2014-CG-041	PDH12054	17	30	Alteración Sílice	0.30	17000	30	6400	0.050	3.3	110	0.020	0.39	30	130	65000	0.85	150	11	49
2014-CG-042	PDH12023	37	55		0.090	86000	7.8	110	0.24	0.090	730	0.020	0.010	85	19	48000	2.0	260	20	320
2014-CG-043	PRH12180	8	18		0.080	17000	5.8	34	0.080	0.59	150	0.020	0.11	25	87	61000	0.060	190	11	120
2014-CG-044	PDH12023	23	36	Alteración Sílice - Arcilla	0.20	71000	10	140	0.20	0.090	100	0.030	5.2	96	47	46000	2.6	160	23	63
2014-CG-045	PDH12035	2	19		0.55	88000	6.3	56	0.19	0.090	210	0.080	3.4	46	100	50000	0.11	4700	13	530
2014-CG-046	PRH12037	58	68		1.7	69000	13	420	0.27	2.6	490	0.20	12	99	140	38000	0.42	1250	30	390
2014-CG-047	PRH10006	1	10	Alteración - Arcilla	0.17	87000	8.5	220	0.44	0.12	170	0.10	15	18	54	62000	0.050	12000	19	1500
2014-CG-048	PRH11014	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	PRH11028	2	51		0.15	73000	4.6	22	0.33	0.090	130	0.020	0.22	63	38	39000	0.16	1300	21	180
2014-CG-050	PDH12037	39	47	Roca Fresca	0.15	70000	4.7	850	0.23	0.090	12000	0.28	15	67	29	39000	0.20	4700	28	1300

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

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	Y	Zn	
		De	Hasta		ppm	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	PRH11002	34	46	Alteración Sílice	22	10	590	23	130	170	2.2	2.2	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	32	2.0	1.7	460	990	0.65	0.64	24	0.30	140	
2014-CG-003	PRH12178	22	26		54	1.6	820	34	100	17	0.80	2.2	0.60	27	800	0.90	0.28	150	1.5	310	
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	2.5	140	
2014-CG-005	PRH11004	37	46		12	13	70	4.5	290	160	23	5.4	6.8	510	530	0.020	0.37	52	0.69	16	
2014-CG-006	PRH11004	62	68		14	28	31	3.8	160	220	34	7.2	2.0	190	180	0.020	0.081	60	0.25	9.4	
2014-CG-007	PRH12147	70	80		9.6	13	89	2.6	520	98	4.9	10	4.8	830	1300	0.050	1.2	170	1.6	9.7	
2014-CG-008	PRH12147	27	37		5.5	3.8	98	1.6	440	14	0.80	2.9	2.5	510	1100	0.73	0.93	190	2.9	4.9	
2014-CG-009	PRH12147	42	52		5.7	3.7	79	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	1.9	2.6	0.50	85	850	3.7	6.1	170	1.6	740	
2014-CG-012	PRH11001	25	35		9.7	13	61	0.90	120	83	19	10	2.3	190	1100	0.050	0.58	15	0.34	11	
2014-CG-013	PRH11001	74	84		8.9	8.5	120	0.80	200	63	8.8	21	1.7	380	830	0.020	0.35	32	0.80	8.0	
2014-CG-014	PRH11006	52	62		69	4.2	890	8.2	480	39	2.1	3.6	1.8	71	950	0.96	3.7	180	3.2	230	
2014-CG-015	PRH11006	66	76		360	4.7	670	21	190	32	2.8	6.2	0.60	51	990	2.9	2.9	220	3.8	410	
2014-CG-016	PRH12261	11	17		390	5.2	950	19	620	36	0.80	3.9	1.3	39	1000	1.0	0.53	230	4.6	180	
2014-CG-017	PRH12139	20	29		660	1.8	720	13	380	20	1.9	0.80	2.0	46	860	0.50	0.58	150	4.8	280	
2014-CG-018	PRH12259	11	30		1300	0.70	740	26	280	8.3	0.80	0.70	0.60	12	890	0.51	0.45	160	4.3	210	
2014-CG-019	PRH12133	5	17		12	7.3	380	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	370	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	3.2	480	25	420	4.7	0.80	1.8	0.50	42	810	0.35	1.5	170	6.9	160	
2014-CG-022	PRH12128	30	40		74	4.3	930	22	280	12	0.80	3.1	0.70	290	960	1.1	1.6	160	6.8	79	
2014-CG-023	PRH12128	42	52		17	5.6	120	1.2	1100	320	13	2.9	15	1800	370	0.060	0.36	69	0.66	7.3	
2014-CG-024	PRH12156	8	16		5.4	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	380	
2014-CG-026	PRH12139	50	54		420	3.8	1200	25	240	64	0.80	1.9	0.60	110	880	1.3	1.8	190	13	550	
2014-CG-028	PRH12131	14	24		330	1.2	8000	15	750	9.6	0.80	0.90	0.60	28	2200	0.30	0.36	200	15	180	
2014-CG-029	PRH12131	24	32		450	0.90	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	PDH11502	75	80.2		10	20	380	4.5	980	360	18	5.5	11	1900	2400	0.64	2.8	190	1.5	9.9	
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		58	24	630	32	350	47	2.5	5.8	1.9	570	910	0.90	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	4.1	63	
2014-CG-031	PRH12143	14	22	Alteración Sílice - Arcilla	27	2.1	820	6.1	300	26	0.80	3.7	0.60	240	1000	0.86	0.37	160	2.2	19	
2014-CG-032	PRH12261	3	10		810	0.90	1400	14	800	12	0.80	0.70	0.50	31	1100	0.72	0.24	220	7.6	270	
2014-CG-033	PRH11003	31	40		120	9.0	690	18	130	140	2.9	3.5	0.50	77	910	1.4	3.3	140	3.8	78	
2014-CG-034	PRH12139	34	49		1000	1.0	600	16	310	6.7	0.80	1.6	0.50	29	830	0.43	0.56	160	3.4	140	
2014-CG-035	PRH12243	12	22		200	1.3	410	25	72	42	0.80	0.80	0.70	10	880	1.0	0.84	180	10	240	
2014-CG-056	PDH11501	120	133.74		29	7.7	1100	29	480	15	5.7	8.1	2.1	430	960	0.52	0.35	180	1.9	91	
2014-CG-057	PDH11506	100	110		330	3.4	2000	20	370	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	0.40	1000	16	390	22	0.80	0.70	0.50	97	1100	1.1	1.2	130	9.9	80	
2014-CG-038	PRH12242	18	35	Roca Fresca	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		760	0.80	370	16	380	69	0.80	0.70	0.50	16	980	2.0	1.3	120	7.3	65	
2014-CG-040	PRH12240	2	27		430	1.0	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	Alteración Sílice	19	6.1	71	2.6	190	20	5.8	4.0	2.3	540	220	0.020	0.13	82	0.59	7.5	
2014-CG-042	PDH12023	37	55		4.5	3.1	95	1.4	360	33	1.8	1.4	1.7	420	1700	0.10	0.91	240	3.6	8.4	
2014-CG-043	PRH12180	8	18		17	3.9	56	1.4	190	17	0.80	1.8	0.50	400	260	0.020	0.19	110	0.79	5.9	
2014-CG-044	PDH12023	23	36	Alteración Sílice - Arcilla	20	4.3	85	3.8	250	33	2.1	0.70	0.80	380	1500	0.12	1.1	230	3.4	5.6	
2014-CG-045	PDH12035	2	19		95	0.80	150	16	400	63	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	1.4	190	2.4	86	
2014-CG-047	PRH10006	1	10	Alteración - Arcilla	590	0.80	410	8.6	230	6.2	6.2	0.70	0.60	23	2600	1.2	0.61	230	8.7	61	
2014-CG-048	PRH11014	6	16		25	11	98	2.4	230	29	5.6	0.70	0.80	340	1200	0.22	2.8	210	3.8	12	
2014-CG-049	PRH11028	2	51		11	1.8	130	1.0	270	19	0.80	0.70	0.50	190	1400	0.33	0.61	210	2.9	5.4	
2014-CG-050	PDH12037	39	47	Roca Fresca	520	0.50	270	13	180	8.3	0.80	0.70	0.50	62	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

Tabla 6-2
Resultados del Cuento 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 ⁽²⁾	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.
Quemita																
2014-CG-001	PRH11002	34	46	Alteración Sílice	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		5.2	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	0.10	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	70	80		3.6	0.43	0.42	0.010	0.030	0.0050	0.083	-1.8	13	-0.14	0.0064	3.0
2014-CG-008	PRH12147	27	37		3.6	0.23	0.23	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	PRH11007	33	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	PRH11001	50	60		-	-	-	-	-	-	0.083	-	0.31	-	0.27	-
2014-CG-012	PRH11001	25	35		5.2	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		5.1	9.3	9.0	0.27	0.33	0.89	15	25	282	0.089	0.053	1.8
2014-CG-016	PRH12261	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		8.3	0.040	0.030	0.010	1.8	8.1	136	127	0.94	135	145	9.4
2014-CG-018	PRH12259	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	PRH12136	13	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	0.82	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	42	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	0.22	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	54		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	10		-	-	-	-	-	-	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	32		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	117.978	130		4.8	7.7	4.7	3.0	0.80	3.2	53	49	148	0.33	0.35	2.4
2014-CG-031	PRH12143	14	22	Alteración Sílice - Arcilla	3.6	1.7	1.5	0.24	0.027	0.010	0.17	-2.4	47	-0.052	0.0036	2.3
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	49		5.4	0.015	0.010	0.010	0.016	0.0050	0.083	-3.1	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	133.7		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	1.2	4.9	81	87	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	35	Roca Fresca	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		5.1	0.019	0.010	0.020	0.081	0.010	0.17	-2.6	0.31	-8.3	0.53	5.8
2014-CG-040	PRH12240	2	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	Alteración Sílice	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		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	PRH12180	8	18		5.8	0.077	0.060	0.020	0.032	0.0050	0.083	-0.30	1.9	-0.16	0.044	5.6
2014-CG-044	PDH12023	23	36	Alteración Sílice - Arcilla	3.8	1.3	1.2	0.11	0.015	0.0050	0.083	-0.80	38	-0.021	0.0022	2.4
2014-CG-045	PDH12035	2	19		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	PRH12037	58	68		4.3	0.77	0.91	0.010	0.041	0.090	1.5	-0.20	28	-0.0070	0.053	2.6
2014-CG-047	PRH10006	1	10	Alteración - Arcilla	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		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	PRH11028	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	39	47	Roca Fresca	8.2	0.024	0.010	0.010	0.45	1.7	29	30	0.31	96	92	9.7

Anotaciones:

-

0.7

- Análisis no realizado
- 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

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH pasta	Azufre Total	Azufre como Sulfuro	Np ⁽²⁾	Ap ⁽³⁾	NP Neto ⁽⁴⁾	NPR ⁽⁵⁾	pH NAG ⁽¹⁾
		De	Hasta		s.u.	%	%	t CaCO ₃ /1000 t		razon	s.u.	
Quemita												
38709	PRH94162	733.5	814.5	Alteración Sílice	4.5	0.1	--	-0.2	3.1	-3.3	-0.064	3.6
43413	PRH94179	811	829		6.9	0.05	--	-0.8	1.6	-2.4	-0.51	4.1
4745	PRH94201	846.25	865.75		6.2	0.07	--	-0.3	2.2	-2.5	-0.14	3.3
42112	PRH94164	826.75	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	828.5		5.1	0.08	--	-1.8	2.5	-4.3	-0.72	4.1
42004	PRH94163	841	847		4.8	0.04	--	0.5	1.3	-0.75	0.4	3.6
43003	PRH94168	842.75	847.25		4.4	0.25	0.13	0.3	7.8	-7.5	0.038	3.5
42358	PRH94170	841.75	852.25		6.2	0.07	--	-0.1	2.2	-2.3	-0.046	4.1
4743	PRH94201	850.75	867.25		6.2	0.07	--	-1.0	2.2	-3.2	-0.46	3.8
42910	PRH94174	814.5	841.5		6.2	0.04	--	-0.8	1.3	-2.1	-0.64	4.1
4828	PRH94203	773	809		6.6	0.16	--	1.1	5.0	-3.9	0.22	5.3
42854	PRH94173	754.75	819.25		6.1	0.56	0.39	-2.5	18	-20	-0.14	2.3
42154	PRH94164	794.5	809.5		5.1	0.08	--	1.1	2.5	-1.4	0.44	3.6
43051	PRH94168	847.75	858.25		4.2	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
4919	PRH94205	804.5	843.5		4.8	3.2	3.0	-1.9	98	-100	-0.019	2.3
43217	PRH94181	802	826	Alteración Sílice - Arcilla	4.9	0.06	--	-2.5	1.9	-4.4	-1.3	4.2
4839	PRH94203	823.5	850.5		4.2	0.23	0.1	-4.4	7.2	-12	-0.61	2.8
1795	PRH94211	792.5	813.5		4.3	7.4	7.1	-2.5	231	-234	-0.011	1.9
42022	PRH94163	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	821		5.2	0.01	--	-0.1	0.31	-0.41	-0.32	4.4
848	PRH94215	794.75	817.25		4.8	0.02	--	3.5	0.63	2.9	5.6	4.4
42404	PRH94170	760.5	835.5		4.7	5.7	5.6	-2.8	178	-181	-0.016	1.9
42403	PRH94170	762.25	835.75		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	831.25		3.7	9.8	9.8	-4.8	307	-312	-0.016	1.9
1992	PRH94215	766	808		4.4	7.9	7.8	-3.1	246	-249	-0.013	2.5
42274	PRH94169	773.5	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
4705	PRH94200	867.25	874.75		5.1	0.05	--	0.4	1.6	-1.2	0.26	4.2
4953	PRH94206	829.25	860.75		3.9	7.1	7.1	-2.6	222	-225	-0.012	2.3
42202	PRH94165	826.5	829.5	Alteración Arcilla	4.8	0.13	--	-4.1	4.1	-8.2	-1.0	3.6
42265	PRH94169	793.25	812.75		8.0	0.51	0.49	177	16	161	11	6.7
1397	PRH94207	808	832		4.8	9.6	9.5	-2.5	299	-302	-0.0084	2.1
4721	PRH94200	838.5	865.5		5.6	8.4	8.3	0.5	261	-260	0.0019	2.0
43269	PRH94166	798.25	823.75	Roca Fresca	4.7	0.05	--	-3.2	1.6	-4.8	-2.0	4.2
42265	PRH94169	800.5	815.5		8.0	0.51	0.49	177	16	161	11	6.7
43341	PRH94184	783.75	812.25		5.4	0.01	--	-0.8	0.31	-1.1	-2.6	4.7
4953	PRH94206	820.25	857.75		3.9	7.1	7.1	-2.6	222	-225	-0.012	2.3
La Pava												
3350	PRH94137	442.25	461.75	Alteración Sílice	5.3	0.05	--	-0.7	1.6	-2.3	-0.45	3.5
3450	PRH94139	517.75	540.25		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
2681	PRH94126	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
2126	PRH94121	477	513		7.3	0.16	--	2.5	5.0	-2.5	0.5	4.5
3221	PRH94135	440.5	467.5		5.2	0.07	--	-0.5	2.2	-2.7	-0.23	3.7
38254	PRH94153	523	529		5.2	0.03	--	0.3	0.94	-0.64	0.32	3.8
38511	PRH94157	500.5	515.5		5.1	0.11	--	-0.2	3.4	-3.6	-0.058	3.7
4100	PRH94187	466.25	521.75		7.6	0.29	0.27	-4.1	9.1	-13	-0.45	3.2
4577	PRH94197	499	523		5.7	0.13	--	-1.0	4.1	-5.1	-0.25	3.0
38770	PRH94160	489.5	516.5		4.2	0.19	0.1	0.8	5.9	-5.1	0.13	3.6
2587	PRH94124	384.75	491.25		3.8	4.8	4.7	-2.4	150	-152	-0.016	2.2
2216	PRH94122	490.75	513.25		7.5	0.14	--	0.3	4.4	-4.1	0.069	4.2
2462	PRH94123	426.20111	513.20111		4.5	0.05	--	0	1.6	-1.6	0	3.6
38075	PRH94152	487.75	522.25		4.9	0.13	--	-0.2	4.1	-4.3	-0.049	3.6
38412	PRH94155	413.25	498.75		4.8	0.42	0.39	1.7	13	-11	0.13	3.6
37908	PRH94150	462.75	515.25		4.7	0.04	--	0	1.3	-1.3	0	3.7
3261	PRH94135	356	450		2.7	18	18	-5.1	553	-559	-0.0092	2.1
38416	PRH94155	404.5	495.5		4.2	1.4	1.3	0	42	-42	0	2.7
38672	PRH94159	388.75	489.25		3.3	8.4	8.2	-5.2	263	-269	-0.02	2.4
4235	PRH94189	436	484		4.6	8.1	8.0	-1.5	253	-255	-0.0059	2.2
4495	PRH94195	446	494		4.1	5.2	5.1	-2.5	161	-163	-0.016	2.0
E1306	PRH92072	70	80		--	0.12	0.01	0.1	3.8	-3.7	0.027	--
E1319	PRH92081	40	50		--	0.15	0.01	0.1	4.7	-4.6	0.021	--
E1322	PRH92083	24	34		--	0.09	0.01	0.1	2.8	-2.7	0.036	--
E1323	PRH92083	46	51		--	0.55	0.48	0.1	17	-17	0.0058	--
E1314	PRH92077	143	148		--	16	4.4	0.1	484	-484	0.00021	--
E1318	PRH92080	103	110		--	15	4.4	0.1	456	-456	0.00022	--
E1324	PRH92085	135	140		--	14	2.1	0.1	428	-428	0.00023	--
E1307	PRH92071	93	97		--	11	2.3	0.1	341	-341	0.00029	--
E1320	PRH92081	79	88		--	7.6	2.7	9.0	238	-229	0.038	--
E1337	PRH92101	54	64		--	5.5	0.59	0.1	173	-172	0.00058	--
2030	PRH94120	432	474	Alteración Sílice - Arcilla	5.0	0.23	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	-11	0.026	3.7
38503	PRH94157	516.75	521.25		4.7	0.12	--	0.8	3.8	-3.0	0.21	3.6
38610	PRH94159	516.5	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
3808	PRH94143	521.75	532.25		5.2	0.55	0.48	-0.7	17	-18	-0.041	2.9
3462	PRH94139	493.5	532.5		5.2	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	1.9	-0.8	63	-64	-0.013	2.3
3189	PRH94134	420.5	447.5		5.1	0.18	--	0.8	5.6	-4.8	0.14	3.4
4602	PRH94197	449.5	506.5		5.2	0.06	--	-1.0	1.9	-2.9	-0.53	3.9
2603	PRH94124	353.5	482.5		3.6	9.4	9.3	-6.1	295	-301	-0.021	2.3
3129	PRH94132	408	474		3.8	0.86	0.68	-0.7	27	-28	-0.026	2.6
4449	PRH94194	477	501		4.7	0.1	--	-1.5	3.1	-4.6	-0.48	3.4
E1304	PRH92069	51	61		--	0.07	0.03	0.1	2.2	-2.1	0.046	--
E1330	PRH92089	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	63	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	--
2691	PRH94126	534	546	Alteración Arcilla	4.9	0.19	--	-0.3				

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH	Conducti- vidad	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	<u>5.2</u>	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		<u>4.9</u>	9.0	5.0	0.01	0.05	0.05	0.11	0.05	0.005	0.2	0.005	0.03	0.01	<u>0.03</u>	0.28	0.0003
E1322	PRH92083	24	34		<u>4.9</u>	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		<u>3.9</u>	500	5.0	0.01	<u>6.6</u>	0.05	0.02	0.05	0.005	0.2	0.005	0.29	0.01	<u>133</u>	3.5	0.0003
E1314	PRH92077	143	148		<u>3.6</u>	610	5.0	0.01	0.05	<u>0.05</u>	0.02	0.05	0.005	0.4	0.005	0.14	0.01	<u>23</u>	123	0.0003
E1318	PRH92080	103	110		<u>3.3</u>	620	5.0	0.01	<u>0.14</u>	0.05	0.03	0.05	0.005	0.7	0.005	0.15	0.02	<u>18</u>	93	0.0003
E1324	PRH92085	135	140		<u>4.5</u>	960	5.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.4	0.005	0.4	0.01	<u>399</u>	14	0.0003
E1307	PRH92071	93	97		<u>3.7</u>	650	5.0	0.01	<u>10</u>	<u>0.06</u>	0.02	0.05	0.005	0.3	0.005	0.09	0.01	<u>61</u>	100	0.0003
E1320	PRH92081	79	88		<u>3.6</u>	880	5.0	0.01	<u>0.25</u>	<u>0.06</u>	0.02	0.05	0.005	0.5	0.005	0.34	0.02	<u>146</u>	140	0.0003
E1337	PRH92101	54	64		<u>4.3</u>	120	5.0	0.01	<u>1.9</u>	0.05	0.06	0.05	0.005	0.4	0.005	0.03	0.01	<u>15</u>	2.5	0.0003
E1304	PRH92069	51	61	Alteración Sílice - Arcilla	<u>4.9</u>	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		<u>5.1</u>	11	6.0	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05	0.005	0.1	0.005	0.03	0.01	<u>0.04</u>	0.03	0.0003
E1332	PRH92091	4	14		<u>5.3</u>	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		<u>4.0</u>	320	5.0	0.01	<u>7.5</u>	0.05	0.02	0.05	0.005	0.3	0.005	0.06	0.01	<u>50</u>	15	0.0003
E1331	PRH92091	58	66		<u>3.7</u>	320	5.0	0.01	<u>12</u>	0.05	0.03	0.05	0.005	0.2	0.005	0.07	0.01	<u>7.6</u>	22	0.0003
E1311	PRH92075	42	51	Alteración - Arcilla	<u>4.0</u>	130	5.0	0.01	<u>3.3</u>	0.05	0.01	0.05	0.005	0.4	0.005	0.04	0.01	<u>5.1</u>	1.9	0.0003
E1303	PRH92068	53	60		<u>4.8</u>	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		<u>4.9</u>	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		<u>5.7</u>	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		<u>3.6</u>	520	5.0	0.01	<u>17</u>	0.05	0.01	0.05	0.005	0.3	0.005	0.27	0.03	<u>51</u>	41	0.0003
E1317	PRH92079	82	92		<u>4.2</u>	220	5.0	0.01	<u>7.5</u>	0.05	0.04	0.05	0.005	0.8	0.005	0.03	0.01	<u>19</u>	13	0.0003
E1339	PRH92104	30	40		<u>4.2</u>	200	5.0	0.01	0.05	0.05	0.04	0.05	0.005	9.2	0.005	0.12	0.01	<u>17</u>	1.5	0.0003
E1340	PRH92105	16	26		<u>4.1</u>	400	5.0	0.01	<u>1.7</u>	<u>0.05</u>	0.02	0.05	0.005	0.2	0.005	0.05	0.01	<u>117</u>	1.9	<u>0.0004</u>

Anotaciones:

<u>0.1</u>	- 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
<u>0.1</u>	- 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)

ID Muestra	Número de Perforación	Profundidad (m)		Litología	pH	Conducti- vidad	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 Sílice	<u>5.2</u>	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		<u>4.9</u>	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		<u>4.9</u>	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		<u>3.9</u>	500	5.0	5.0	0.1	0.09	0.05	1.0	<u>0.11</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.15
E1314	PRH92077	143	148		<u>3.6</u>	610	5.0	5.0	0.1	0.57	0.05	1.0	<u>0.07</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.06
E1318	PRH92080	103	110		<u>3.3</u>	620	5.0	5.0	0.1	0.67	0.05	1.0	<u>0.1</u>	<u>0.06</u>	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.06
E1324	PRH92085	135	140		<u>4.5</u>	960	5.0	5.0	0.1	0.93	0.05	1.0	<u>0.22</u>	<u>0.06</u>	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	<u>0.5</u>
E1307	PRH92071	93	97		<u>3.7</u>	650	5.0	5.0	0.1	0.4	0.05	1.0	<u>0.06</u>	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.11
E1320	PRH92081	79	88		<u>3.6</u>	880	5.0	5.0	0.1	0.55	0.05	1.0	<u>0.1</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.17
E1337	PRH92101	54	64		<u>4.3</u>	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 Sílice - Arcilla	<u>4.9</u>	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		<u>5.1</u>	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		<u>5.3</u>	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		<u>4.0</u>	320	5.0	5.0	0.1	0.26	0.05	1.0	<u>0.06</u>	0.05	0.1	0.1	0.04	0.05	0.05	0.09
E1331	PRH92091	58	66		<u>3.7</u>	320	5.0	5.0	0.1	0.21	0.05	1.0	<u>0.04</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.03
E1311	PRH92075	42	51	Alteración - Arcilla	<u>4.0</u>	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		<u>4.8</u>	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		<u>4.9</u>	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		<u>5.7</u>	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		<u>3.6</u>	520	5.0	5.0	0.1	0.45	0.05	1.0	<u>0.11</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.08
E1317	PRH92079	82	92		<u>4.2</u>	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		<u>4.2</u>	200	5.0	5.0	5.4	3.5	0.05	1.0	<u>0.04</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	<u>0.31</u>
E1340	PRH92105	16	26		<u>4.1</u>	400	5.0	5.0	0.1	0.24	0.05	1.0	<u>0.05</u>	0.05	0.1	0.1	0.01	0.05	0.05	0.13

Anotaciones:

<u>0.1</u>	- 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
<u>0.1</u>	- Indica un valor que es mayor que los establecidos para la Clase C1, de acuerdo con lo establecido en el Anteproyecto de Ley
E1331	- Indica una muestra que está por fuera del modelo y que ha sido categorizada basada en el Apéndice

(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. Estándar

(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

(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)		Litología	pH final	pH	Conductividad	Acidez	Alcalinidad	Dureza	SO ₄	Cl	Ag	Al	As	Ba	B	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr ⁽⁴⁾	Cu
		De	Hasta		unidades	unidades	µS/cm	mg/L as CaCO3	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) 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	26	Alteración Sílice	3.7	4.6	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	137
2014-CG-004	PRH11003	12	20		5.0	9.5	46	2.0	14	0.96	2.4	2.0	0.0000090	0.13	0.00070	0.0024	0.19	0.0000070	0.0000070	0.27	0.0000030	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	0.000019	0.0082	0.012	0.21	0.076	0.0000070	0.0000070	0.77	0.0000030	0.00042	0.00058	0.0015
2014-CG-013	PRH11001	74	84		5.1	8.8	36	2.0	9.0	2.3	5.0	2.0	0.0000090	0.0064	0.00090	0.27	0.081	0.0000070	0.0000070	0.71	0.0000030	0.0011	0.00038	0.0011
2014-CG-017	PRH12139	20	29		8.6	9.3	192	2.0	84	63	12	2.0	0.0000060	0.16	0.00040	0.029	0.18	0.0000070	0.0000070	14	0.0000030	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	0.0000030	0.00010	0.00045	0.00069
2014-CG-025	PRH12156	35	42		3.3	4.0	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	0.054	71
2014-CG-053	PDH11502	75	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	0.000096	0.0030	0.00046	0.0053
2014-CG-054	PDH11503	99.4	110		4.1	4.5	2450	458	2.0	1264	1600	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	2400	4.6	0.000012	0.047	0.0012	0.082	0.14	0.0000070	0.000013	542	0.00044	1.2	0.00064	0.0035
2014-CG-031	PRH12143	14	22	3.3	4.5	517	178	2.0	52	280	2.0	0.000010	37	0.00060	0.13	0.68	0.00070	0.0000070	7.1	0.0010	0.14	0.030	6.5	
2014-CG-032	PRH12261	3	10	Alteración Sílice - Arcilla	6.3	8.4	196	2.0	37	51	48	2.0	0.0000020	0.59	0.00030	0.060	0.22	0.0000070	0.0000070	12	0.000030	0.0020	0.00063	0.0039
2014-CG-033	PRH11003	31	40		3.1	3.4	1520	850	2.0	115	1000	2.0	0.000053	84	0.0018	0.12	0.41	0.0014	0.000016	6.0	0.0081	1.4	0.11	207
2014-CG-035	PRH12243	12	22		4.5	8.3	159	2.0	22	30	48	2.0	0.0000030	0.072	0.0015	0.048	0.22	0.00026	0.0000070	1.4	0.0024	0.019	0.0010	0.25
2014-CG-056	PDH11501	120	134		2.7	3.0	2250	778	2.0	423	1100	2.0	0.0000020	35	0.022	0.083	0.24	0.0076	0.0000070	147	0.016	0.22	0.11	3.2
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	0.00082	0.0024
2014-CG-036	PRH12143	7	13		Alteración - Arcilla	5.3	9.3	52	2.0	20	1.0	4.8	2.0	0.0000020	0.039	0.0013	0.0027	0.12	0.000012	0.0000070	0.27	0.000037	0.0011	0.0018
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	0.000016	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	0.034	0.00020	0.0038	0.11	0.000010	0.0000070	0.35	0.000039	0.00077	0.0017	0.0011
La Pava																								
2014-CG-041	PDH12054	17	30	Alteración Sílice	5.4	8.6	48	2.0	8.0	2.6	11	2.0	0.0000020	0.013	0.00020	0.091	0.061	0.0000070	0.0000070	0.74	0.0000070	0.0010	0.00031	0.018
2014-CG-042	PDH12023	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	0.0000030	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	14	0.00020	0.061	0.16	0.00046	0.0000070	2.2	0.00013	0.052	0.0062	7.1
2014-CG-046	PRH12037	58	68		3.8	4.8	839	88	2.0	321	440	2.6	0.00016	4.9	0.00070	0.076	0.15	0.00058	0.0000070	88	0.028	1.1	0.0039	8.8
2014-CG-048	PRH11014	6	16	Alteración Arcilla	5.2	9.7	48	2.0	23	1.4	2.6	2.0	0.0000020	0.024	0.00030	0.0039	0.096	0.0000070	0.0000070	0.34	0.00012	0.00042	0.00078	0.0018
2014-CG-050	PDH12037	39	47	Roca Fresca	8.5	9.1	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	0.00086	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)		Litología	Fe	Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	
		De	Hasta		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	mg/L
Resolución 351/2000 - Panamá (Descarga de aguas residuales) ¹					5	0.001	--	--	--	0.3	2.5	0.2	0.05	--	0.01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3
Anteproyecto de Ley - Clase 1-C (Agua fresca) - Panamá ^(2,3)					--	0.0002	--	--	--	--	--	0.025	0.005	--	0.005	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.18
Quemita																									
2014-CG-003	PRH12178	22	26	Alteración Sílice	8.5	0.000020	7.4	0.0026	1.5	0.33	0.00013	0.16	0.0028	0.00020	0.0020	0.00029	0.016	0.0035	0.00036	0.00030	0.0025	0.000020	0.014	0.51	
2014-CG-004	PRH11003	12	20		0.066	0.000010	0.66	0.0013	0.068	0.00050	0.00017	0.00010	0.000080	0.00020	0.0010	0.000050	0.00050	0.00045	0.000036	0.000011	0.00030	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	0.060	0.00060	0.000049	0.000027	0.000050	0.000020	0.0000050	0.014	
2014-CG-013	PRH11001	74	84		0.34	0.000010	0.18	0.0028	0.13	0.10	0.00098	0.0036	0.000010	0.00020	0.0060	0.000010	0.041	0.00020	0.0000090	0.0000060	0.000070	0.000020	0.000026	0.0020	
2014-CG-017	PRH12139	20	29		0.079	0.000080	7.8	0.0054	6.4	0.0040	0.0033	0.00050	0.00066	0.00040	0.0020	0.00013	0.016	0.00082	0.0000060	0.000017	0.0021	0.00061	0.000030	0.0050	
2014-CG-019	PRH12133	5	17		0.0050	0.000010	1.2	0.0030	0.094	0.0013	0.000050	0.00030	0.000010	0.00020	0.0010	0.000010	0.0011	0.000080	0.000014	0.0000020	0.000090	0.000020	0.0000050	0.0010	
2014-CG-025	PRH12156	35	42		133	0.000010	8.2	0.022	119	3.7	0.000010	0.36	0.017	0.00020	0.0070	0.000010	0.22	0.00020	0.000073	0.0077	0.0019	0.000020	0.0032	6.9	
2014-CG-053	PDH11502	75	80.2		0.063	0.000010	0.34	0.0089	1.2	0.018	0.000010	0.0039	0.00012	0.00020	0.0030	0.000040	0.12	0.00022	0.00013	0.0000080	0.000030	0.000020	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	0.34	0.000090	0.00010	0.0015	0.000010	0.000020	0.033	5.2	
2014-CG-055	PDH11506	118	130		0.053	0.000010	4.8	0.010	362	11	0.00024	0.21	0.000080	0.00050	0.039	0.000050	0.41	0.00050	0.000024	0.00014	0.00024	0.0019	0.000079	0.0080	
2014-CG-031	PRH12143	14	22	Alteración Sílice - Arcilla	7.5	0.000040	6.2	0.0069	8.2	2.1	0.000020	0.098	0.013	0.00020	0.0020	0.000070	0.10	0.00062	0.00022	0.0019	0.00060	0.000020	0.057	0.59	
2014-CG-032	PRH12261	3	10		0.52	0.000010	5.9	0.018	5.0	0.17	0.000040	0.0023	0.00012	0.00020	0.0010	0.000010	0.013	0.0044	0.000017	0.0000070	0.00029	0.000030	0.00015	0.0030	
2014-CG-033	PRH11003	31	40		43	0.00028	2.0	0.048	24	20	0.00015	0.48	0.014	0.00040	0.0030	0.000090	0.029	0.00055	0.00084	0.015	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	0.00036	0.000020	0.00040	0.15	
2014-CG-056	PDH11501	120	134		234	0.000010	1.9	0.027	13	0.43	0.0023	0.18	0.0040	0.00020	0.0040	0.00022	0.27	0.00036	0.00015	0.0026	0.26	0.000020	0.034	5.1	
2014-CG-057	PDH11506	100	110		0.095	0.000010	3.3	0.0028	79	0.20	0.0018	0.0012	0.00010	0.00080	0.0050	0.000030	0.13	0.00086	0.000032	0.00030	0.00052	0.000020	0.000022	0.0050	
2014-CG-036	PRH12143	7	13	Alteración - Arcilla	0.030	0.000020	2.0	0.0024	0.086	0.014	0.000010	0.00090	0.00012	0.00020	0.0010	0.000030	0.00040	0.00045	0.000021	0.000013	0.00019	0.000020	0.00013	0.0060	
2014-CG-039	PRH12143	1	6	Roca Fresca	0.087	0.000010	3.5	0.0035	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	0.000081	0.011	
2014-CG-040	PRH12240	2	27		0.052	0.000010	2.0	0.0096	0.14	0.023	0.000010	0.00040	0.000040	0.00030	0.0010	0.000020	0.00060	0.00041	0.000050	0.000054	0.00014	0.000020	0.000011	0.0060	
La Pava																									
2014-CG-041	PDH12054	17	30	Alteración Sílice	0.087	0.000010	1.8	0.0087	0.18	0.017	0.000010	0.00070	0.000030	0.00020	0.0020	0.000020	0.13	0.00036	0.000018	0.0000020	0.000030	0.000020	0.000036	0.0060	
2014-CG-042	PDH12023	37	55		0.0040	0.000010	0.56	0.0031	1.0	0.0067	0.000010	0.0012	0.000020	0.00020	0.0010	0.00013	0.018	0.00020	0.000073	0.000022	0.000050	0.000020	0.0000020	0.0020	
2014-CG-044	PDH12023	23	36	Alteración Sílice-Arcilla	2.4	0.000010	0.59	0.021	0.84	0.15	0.000020	0.029	0.0040	0.00020	0.0010	0.00019	0.090	0.00034	0.00018	0.0013	0.000020	0.000020	0.0066	0.055	
2014-CG-046	PRH12037	58	68		16	0.000010	9.6	0.035	24	20	0.000030	0.35	0.0055	0.00020	0.0080	0.000030	0.16	0.00033	0.030	0.0014	0.000010	0.000020	0.0071	1.1	
2014-CG-048	PRH11014	6	16	Alteración 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	0.010	0.00042	0.00017	0.000011	0.00013	0.000020	0.000043	0.0060	
2014-CG-050	PDH12037	39	47	Roca Fresca	0.32	0.00011	5.0	0.0079	3.1	0.011	0.00021	0.0014	0.00010	0.00030	0.0010	0.000060	0.017	0.0038	0.000097	0.000081	0.0036	0.0013	0.000046	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 a

(1) Resolución No. 351 del 26 de Julio del 2000 - Aprueba el Reglamento Técnico DGNIT-COPANIT 35-2000: Descarga de

(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)

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 ₃ NP		
		NPR	CO ₃ NPR	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)									
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 CO₃NP 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

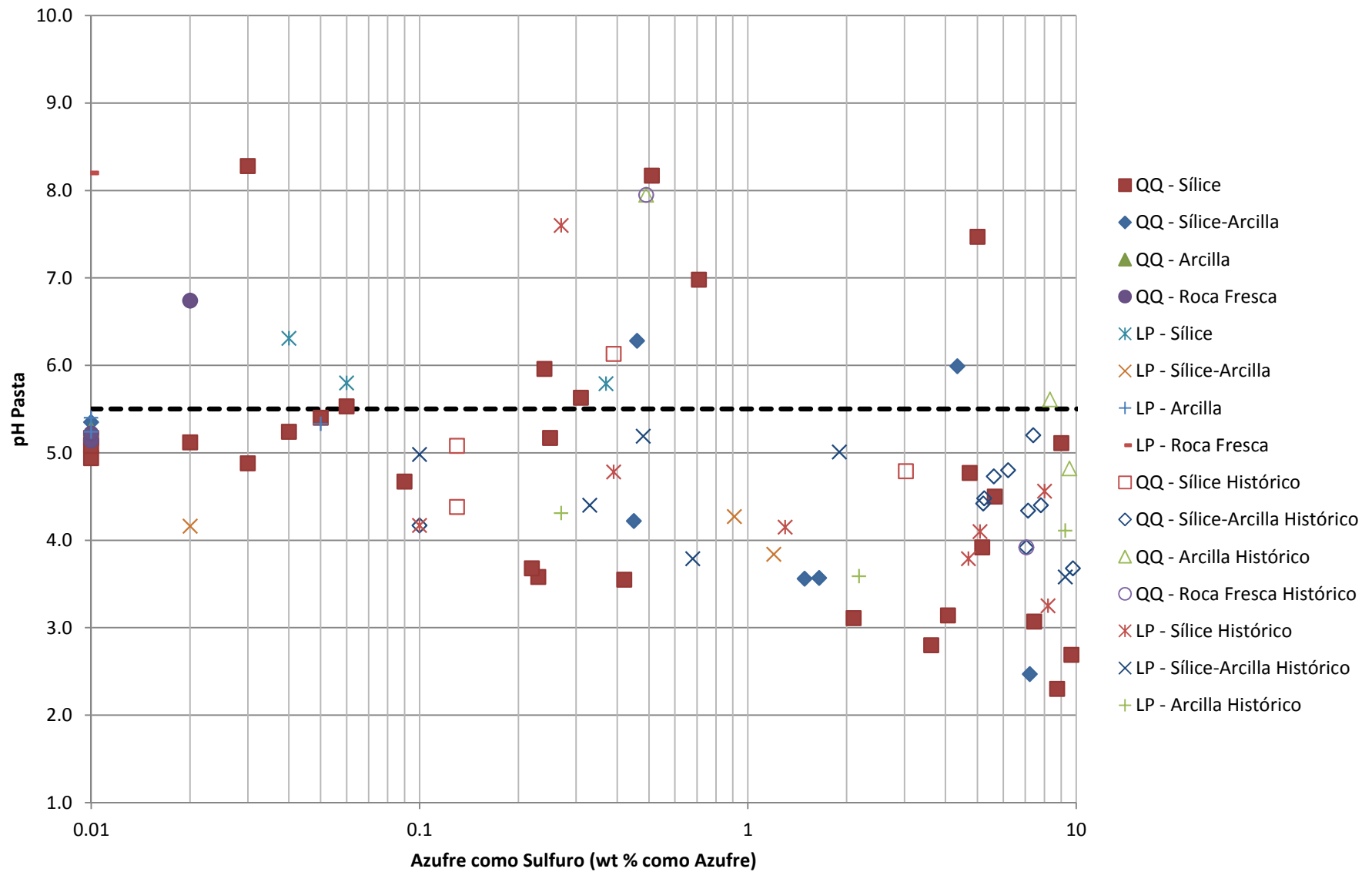


Figura 6-2
Azufre como Sulfuro vs AzufreTotal
Proyecto Cerro Quema

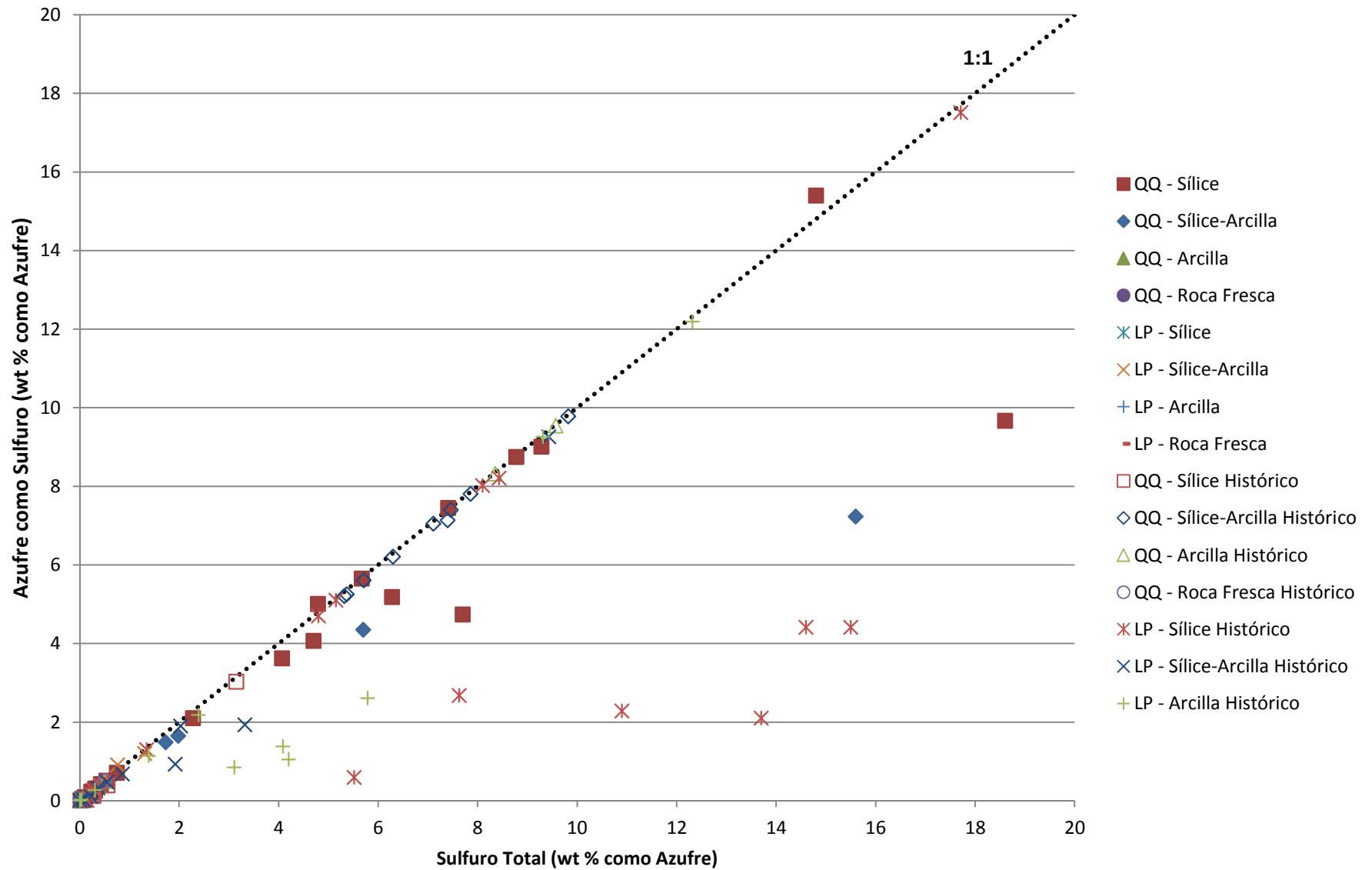


Figura 6-3
Potencial de Neutralización por Carbonatos vs Potencial de Neutralización de Acido
Proyecto Cerro Quema

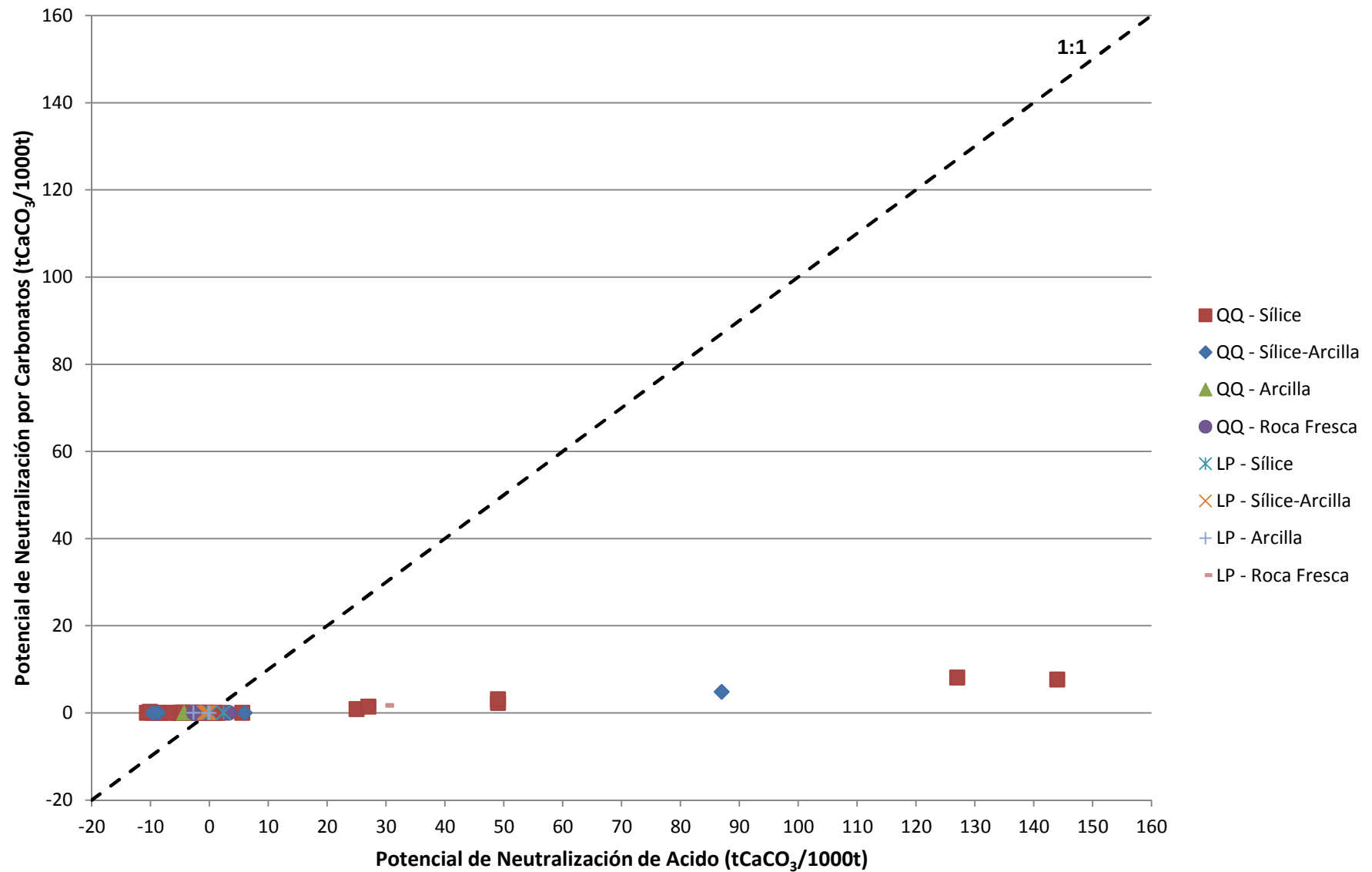


Figura 6-4
Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización de Acido
Proyecto Cerro Quema

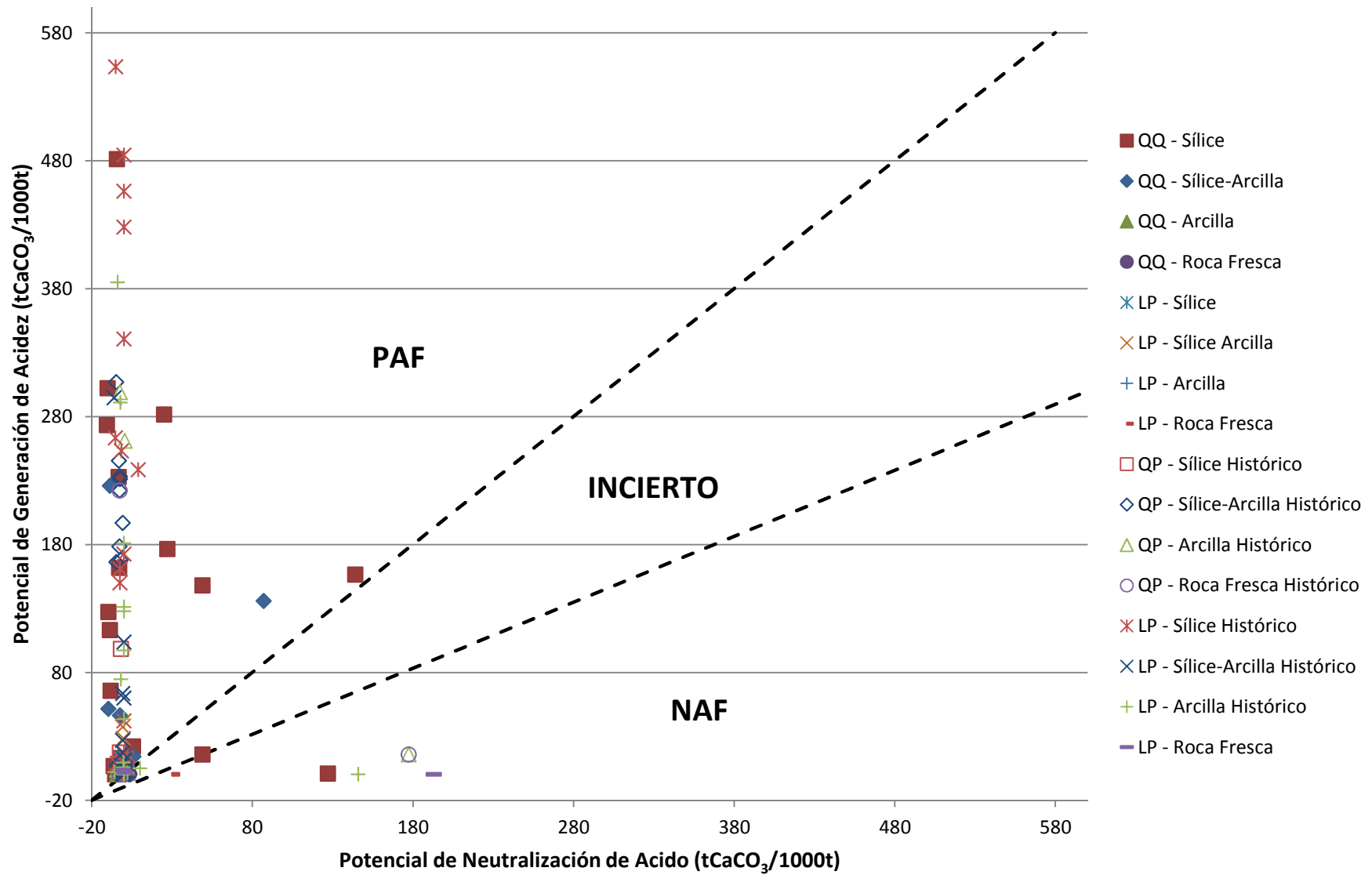


Figura 6-5
Potencial de Generación de Acidez vs Potencial de Neutralización por Carbonatos
Proyecto Cerro Quema

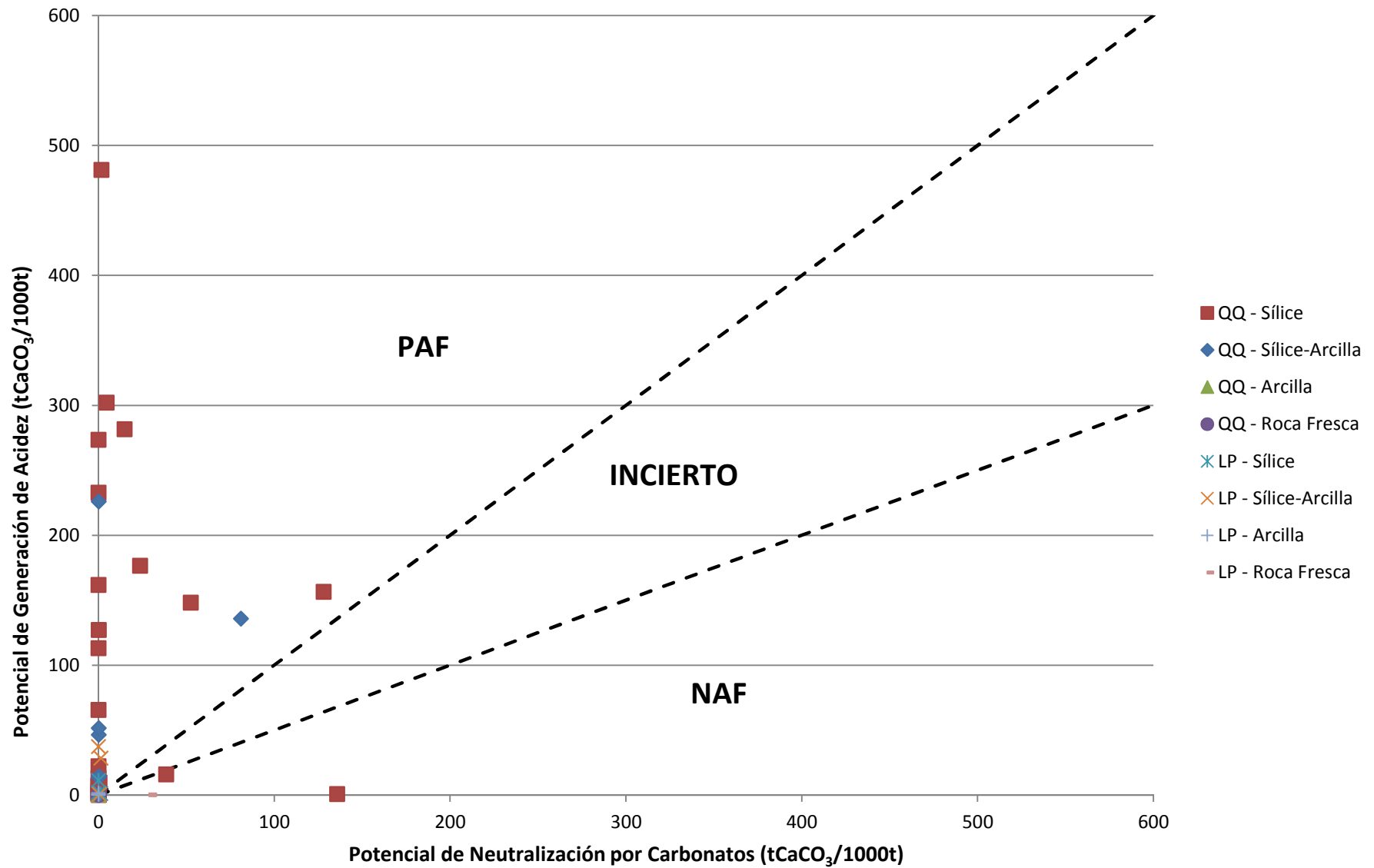


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

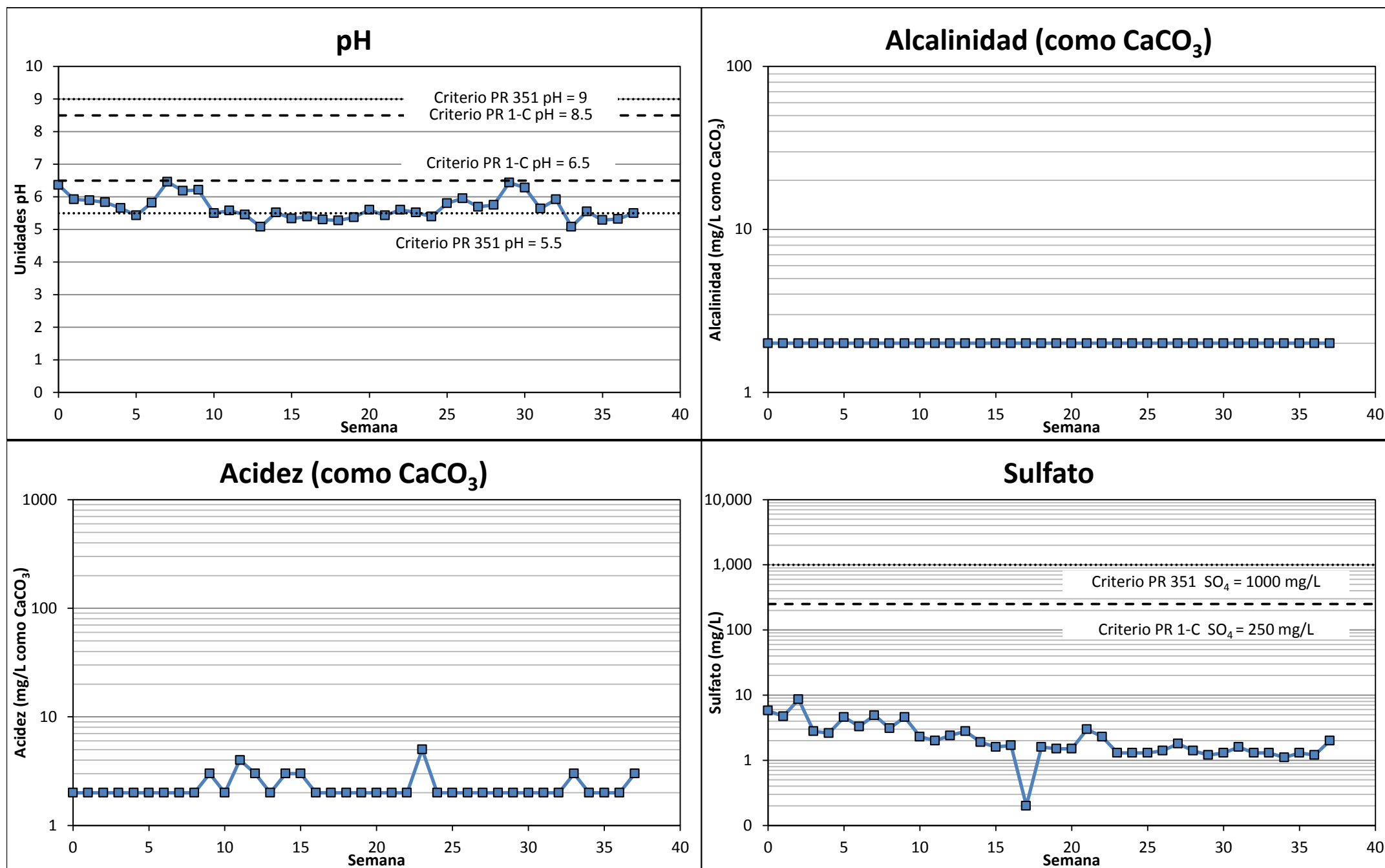


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

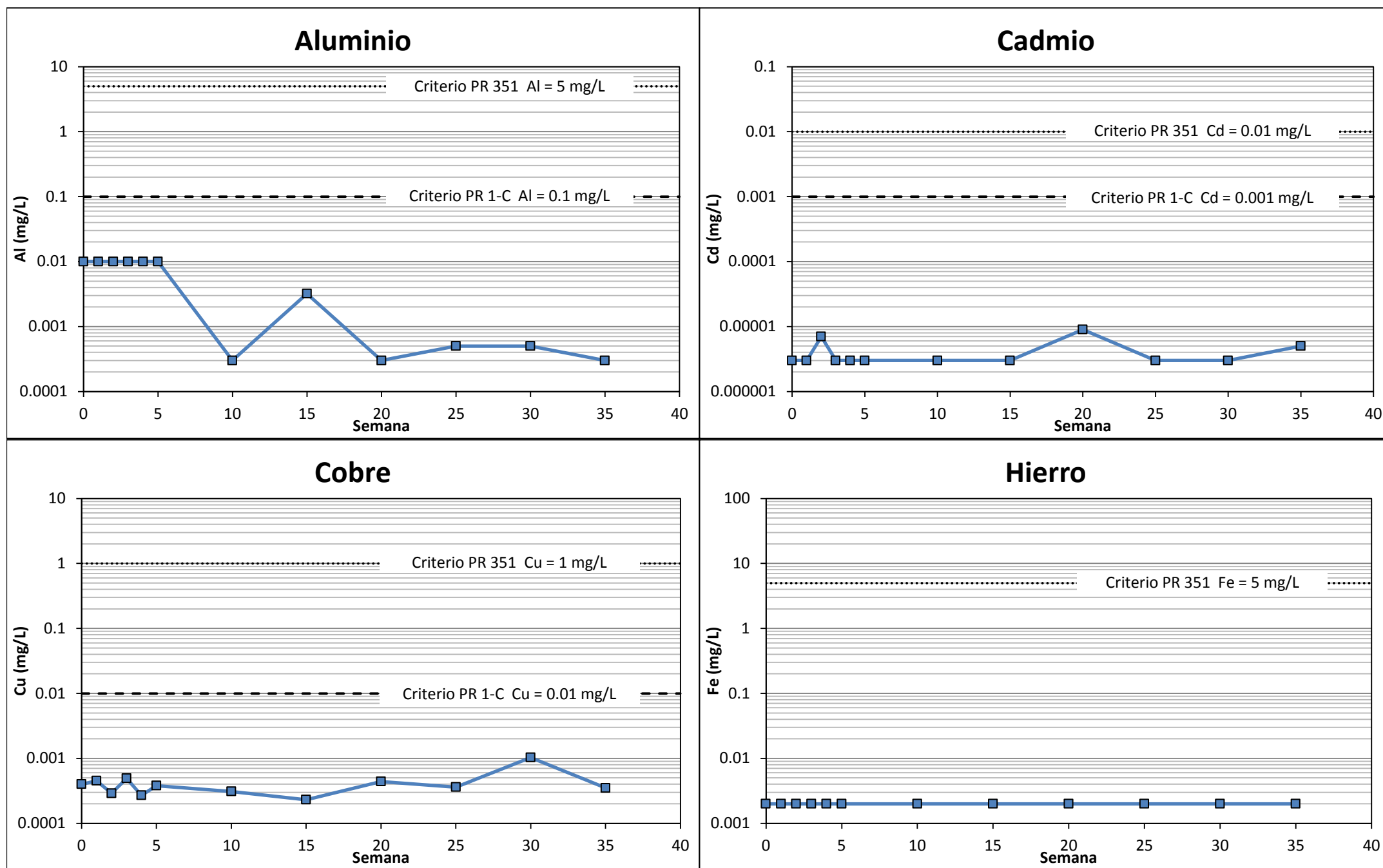


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

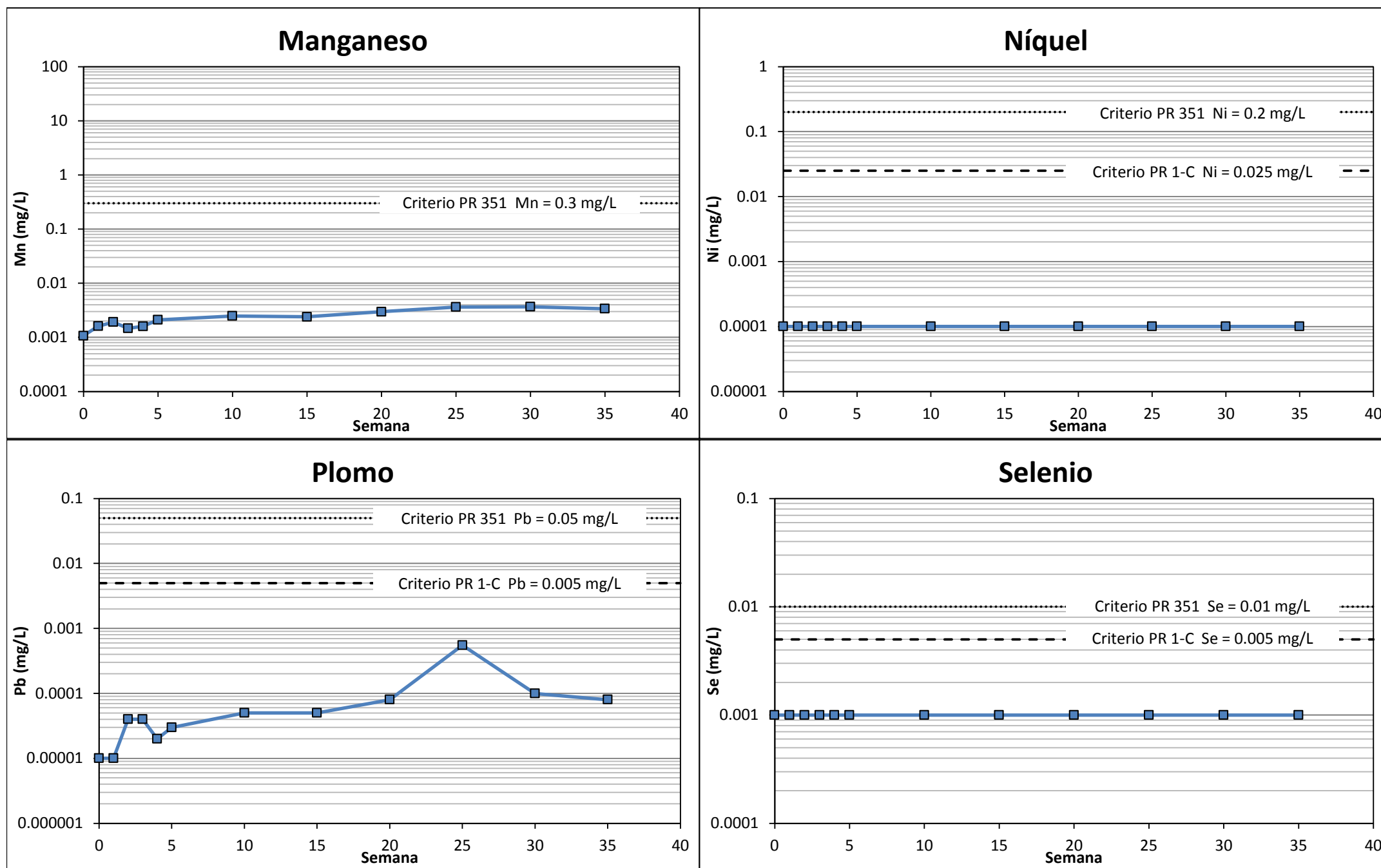


Figura 6.6
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-041
Proyecto Cerro Quema

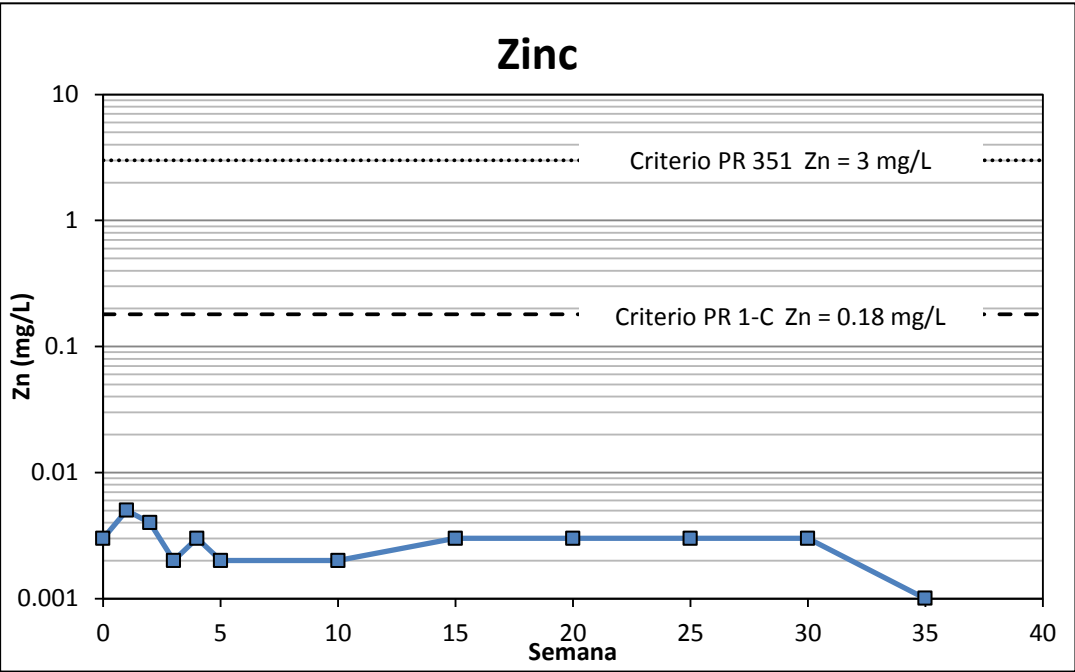


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

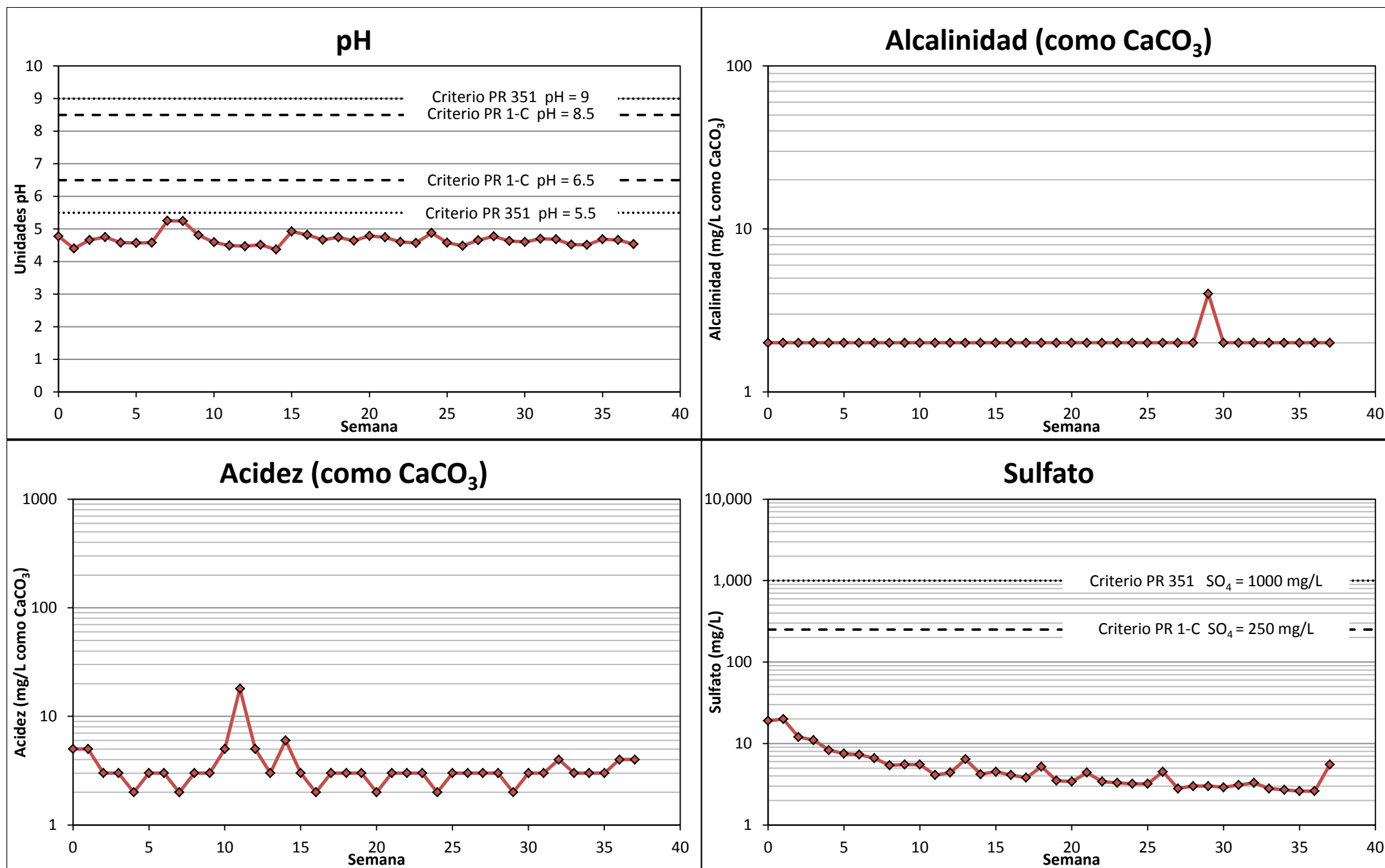


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

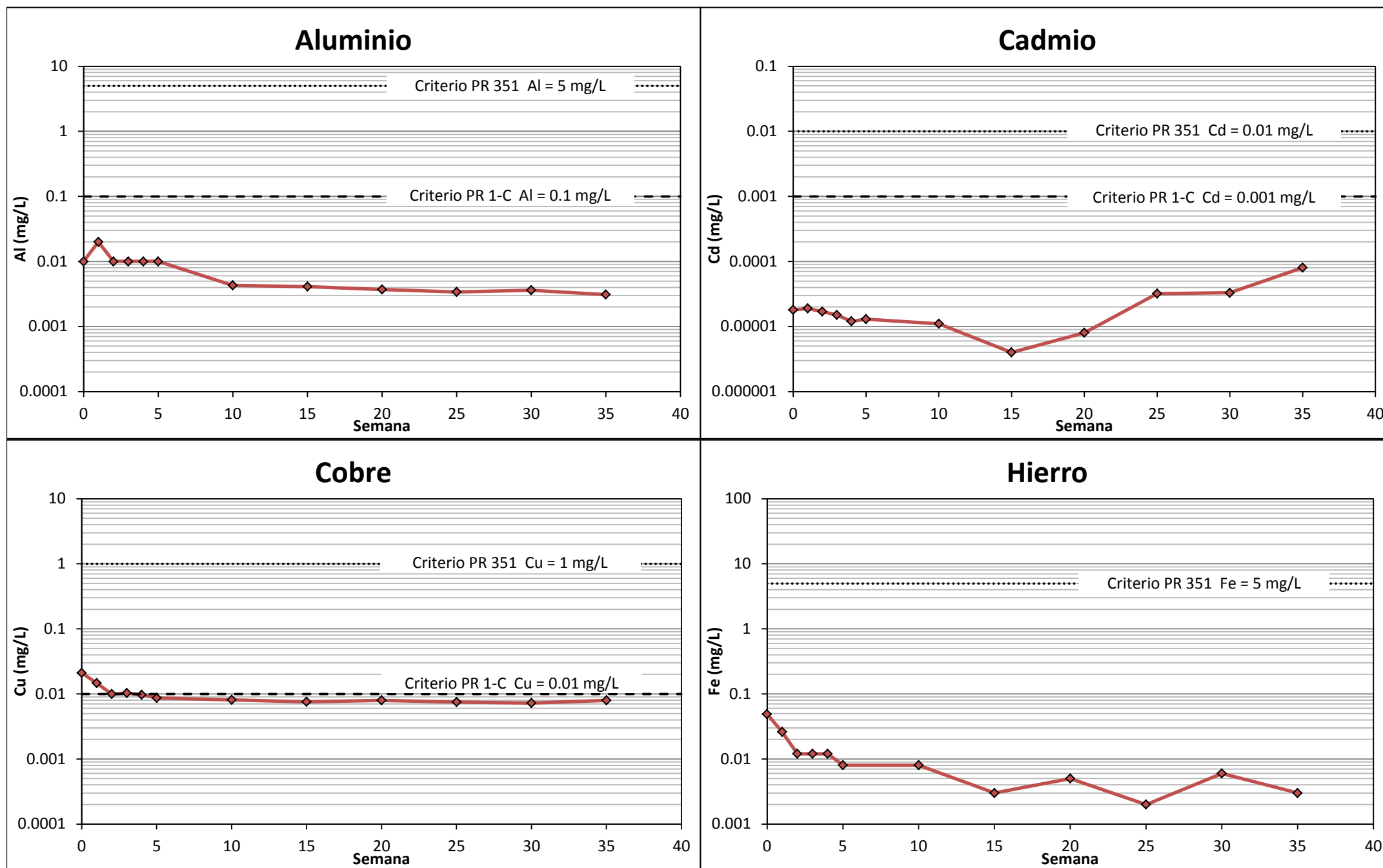


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

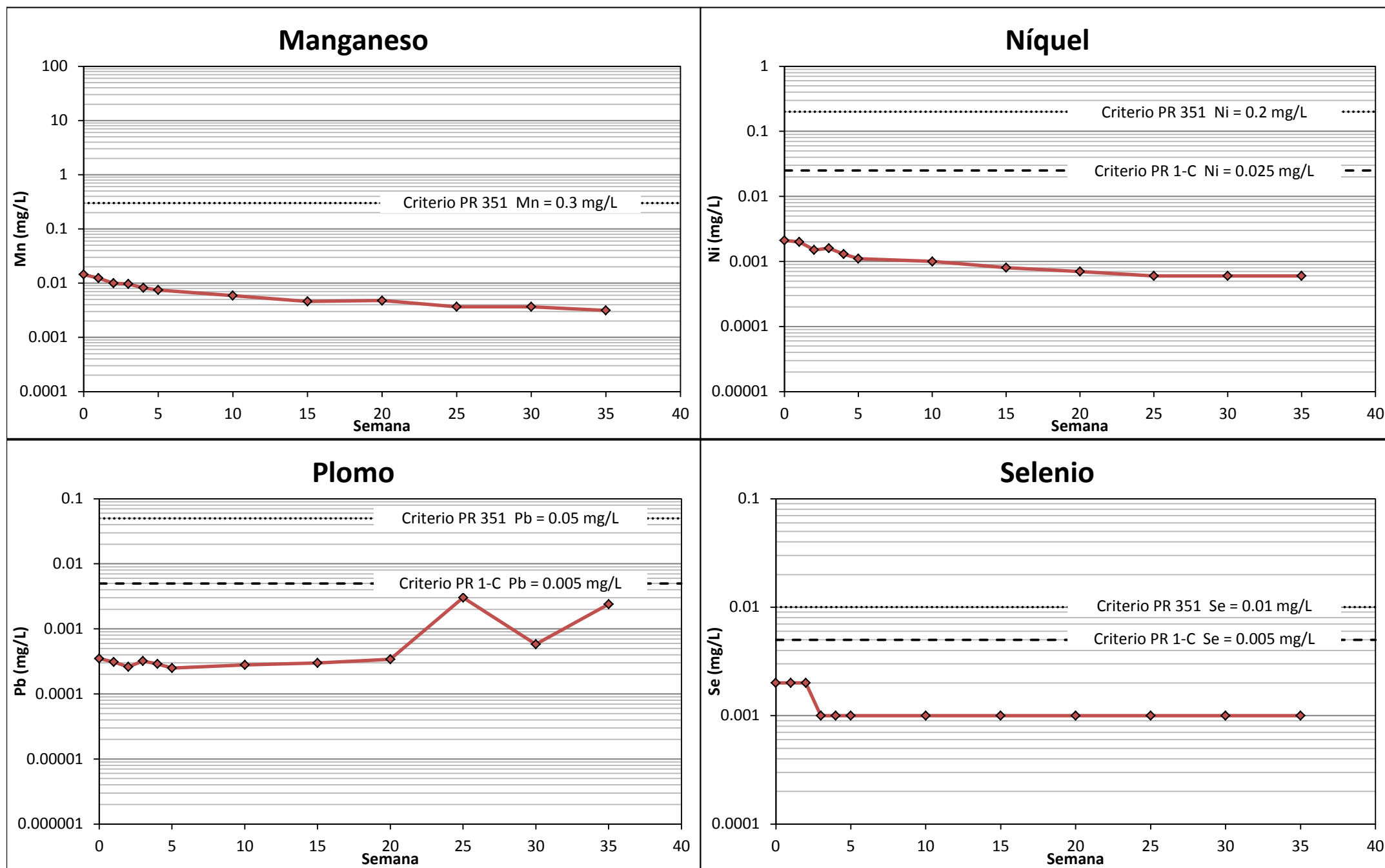


Figura 6.7
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-053
Proyecto Cerro Quema

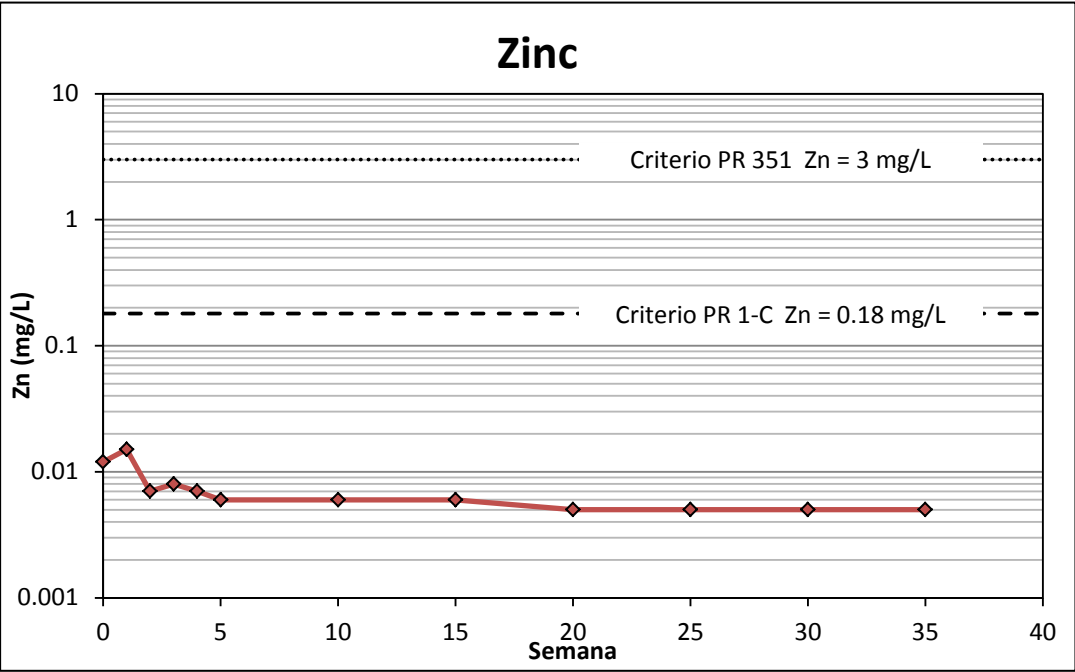


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

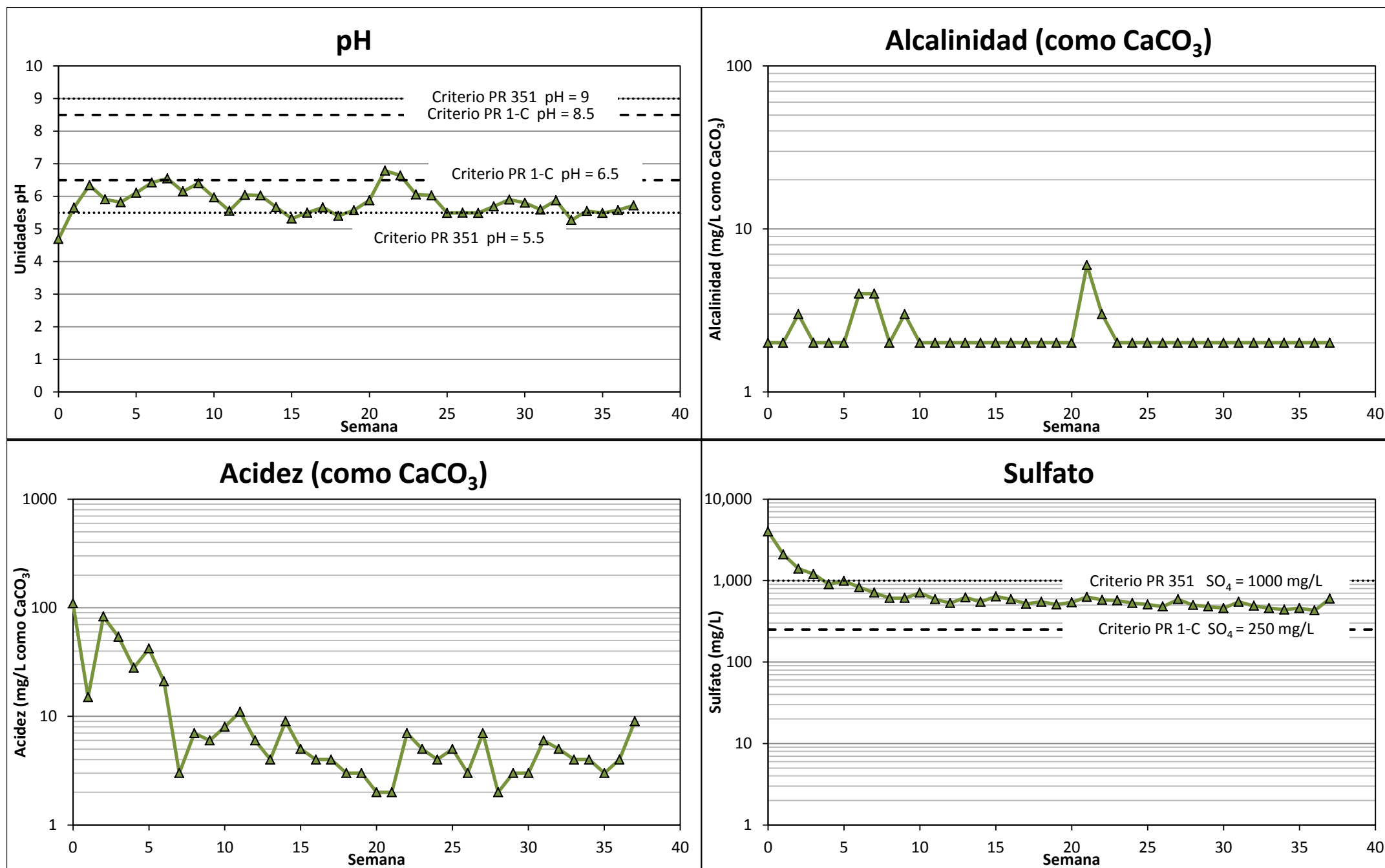


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

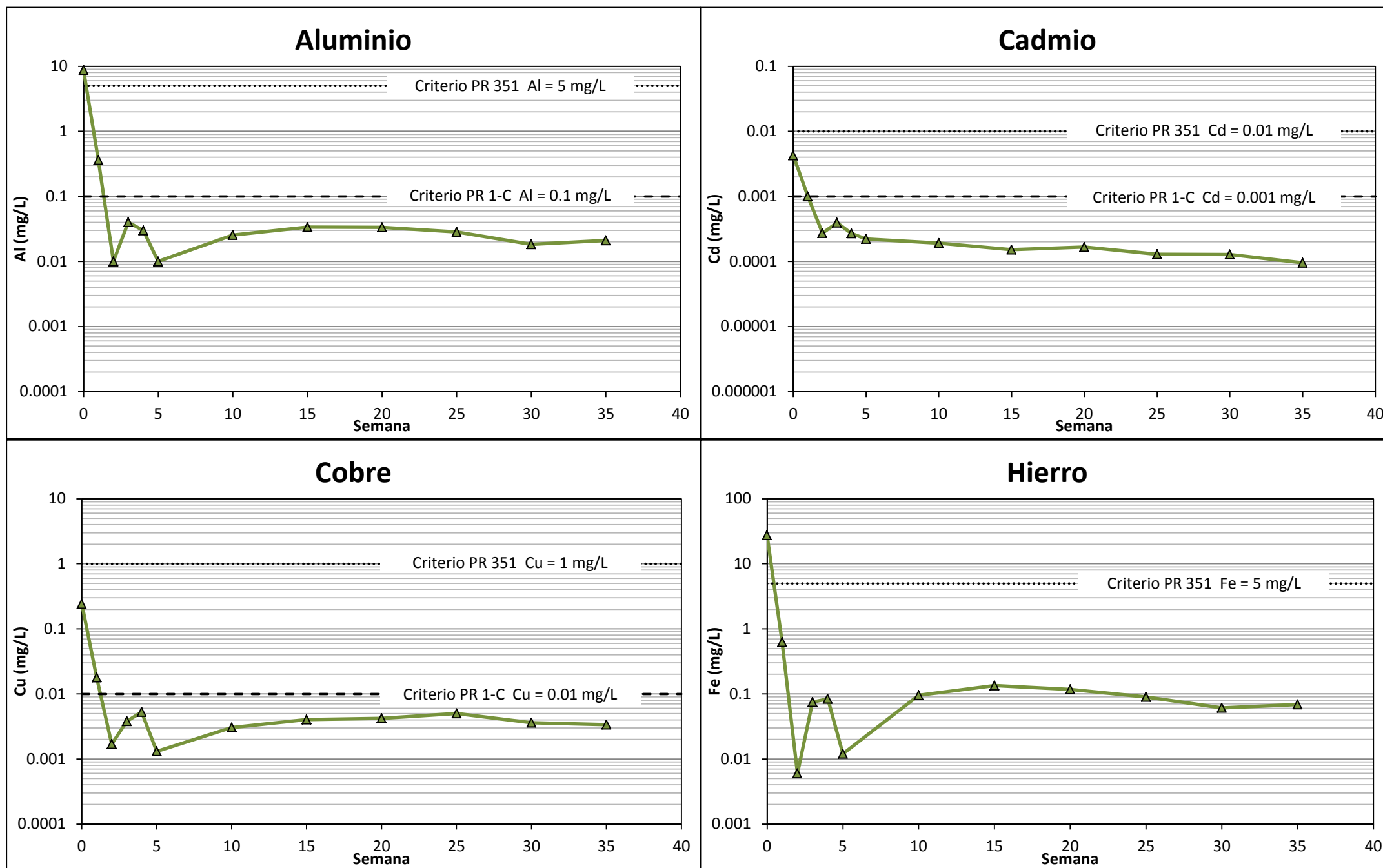


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

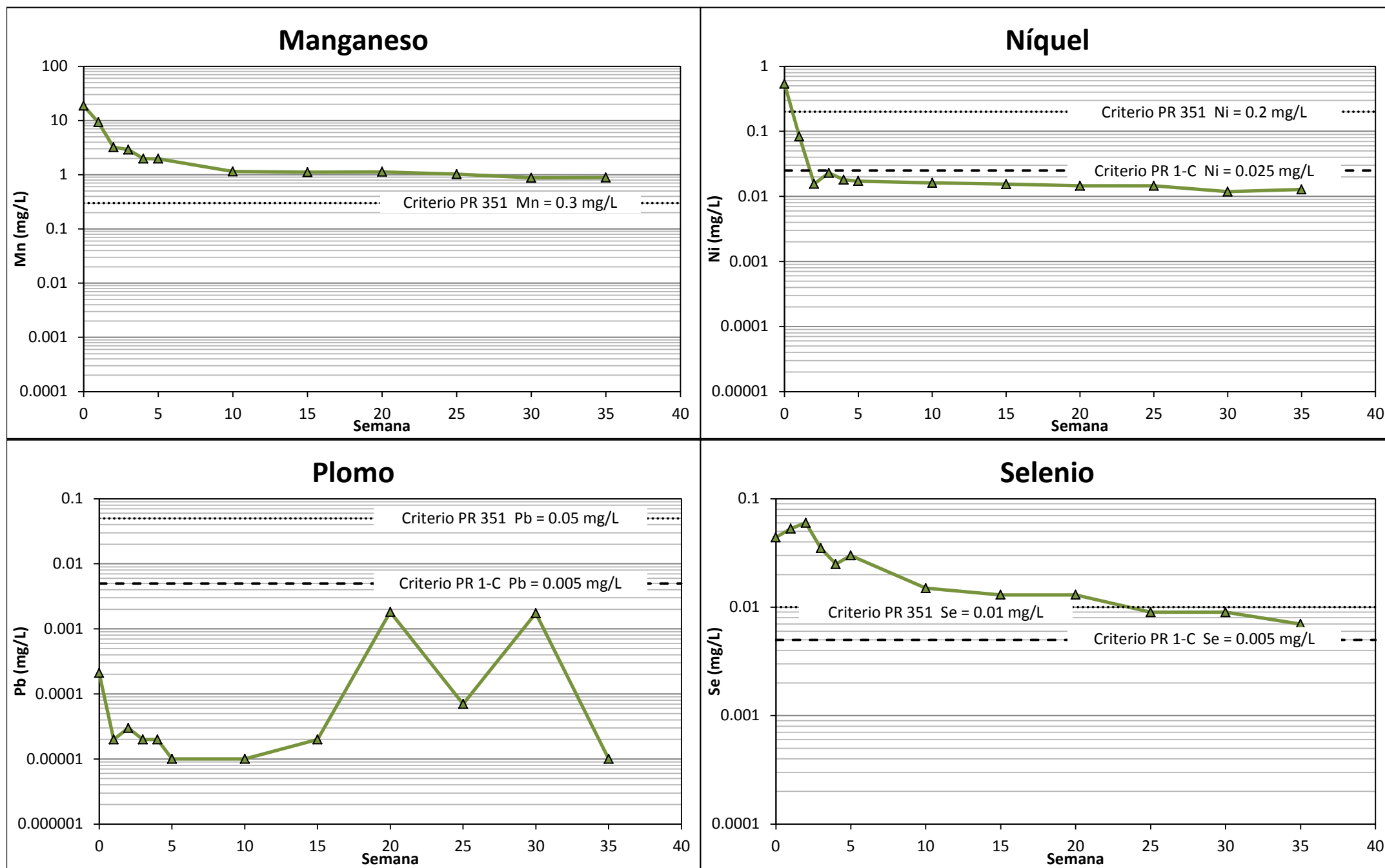


Figura 6.8
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-055
Proyecto Cerro Quema

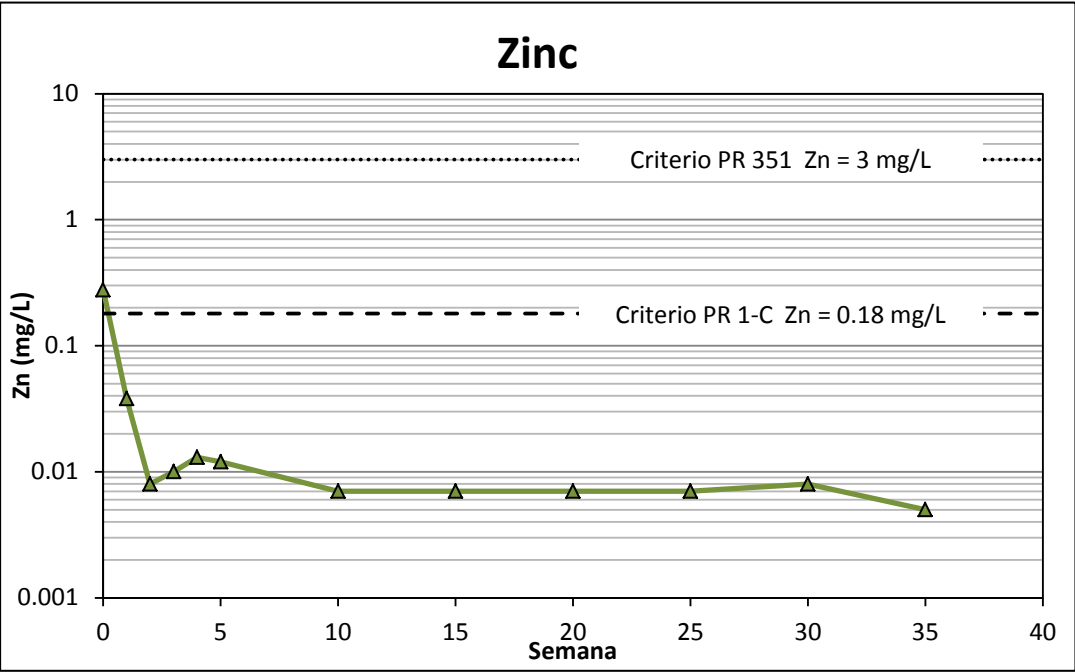


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema

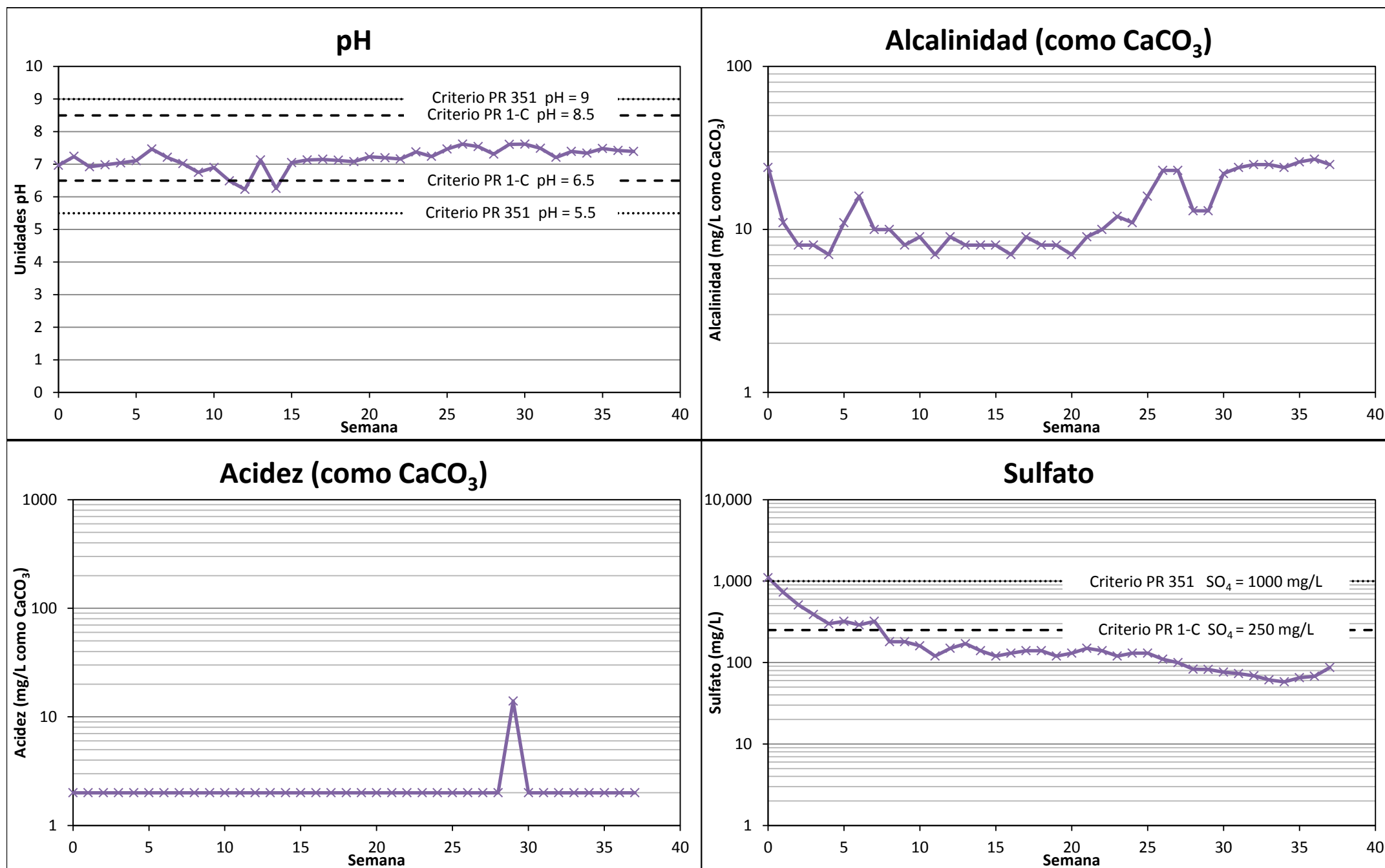


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema

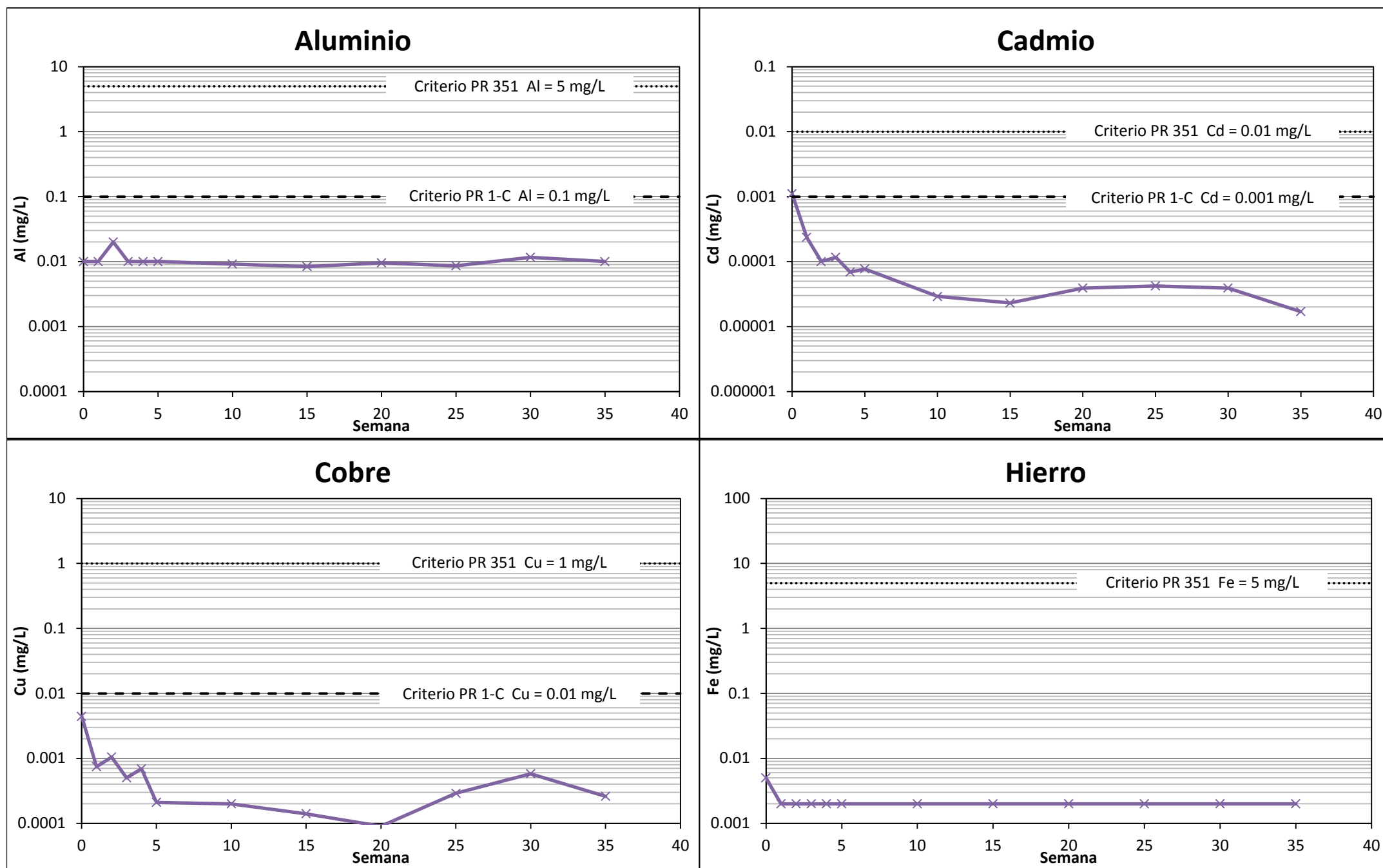


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema

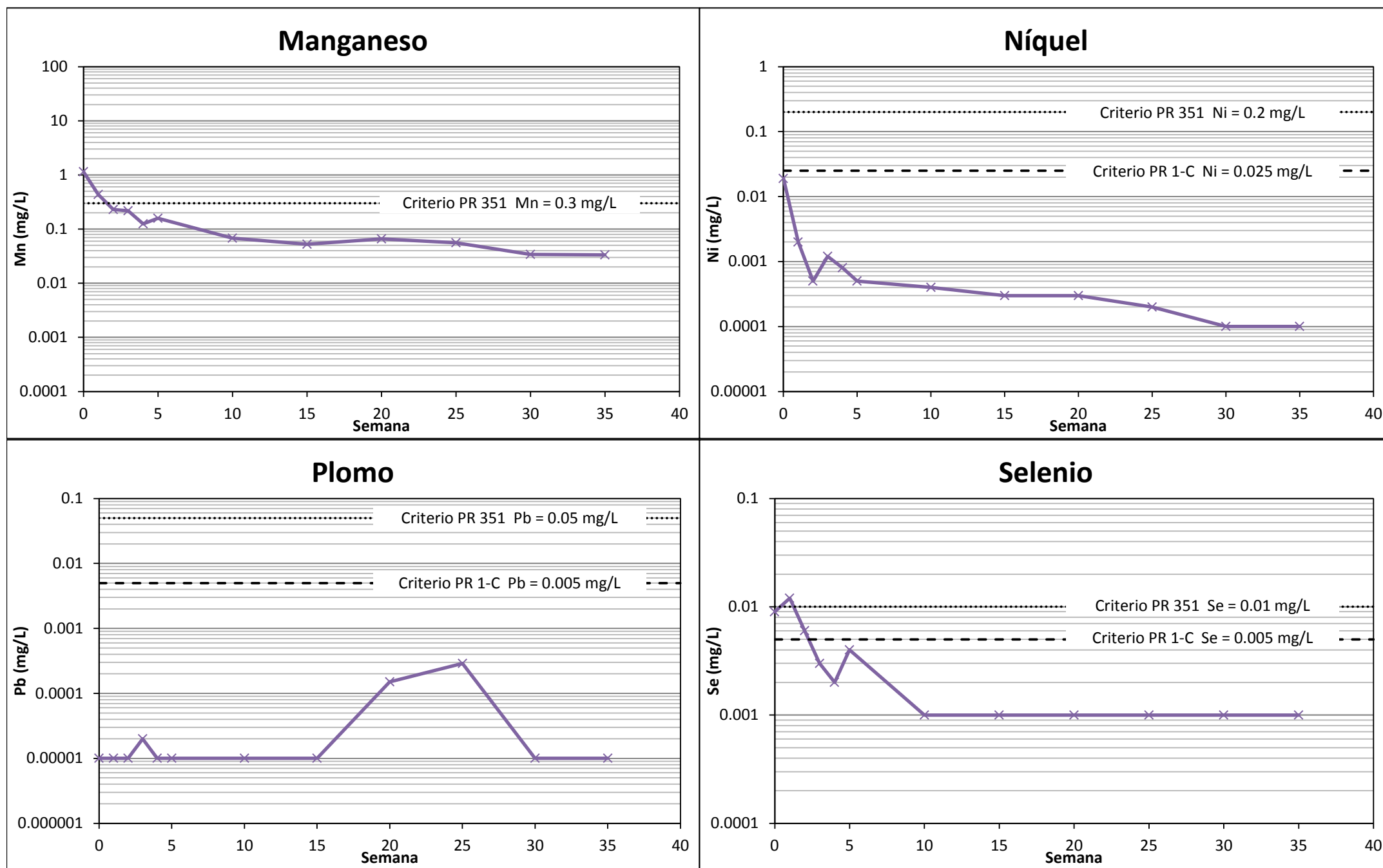
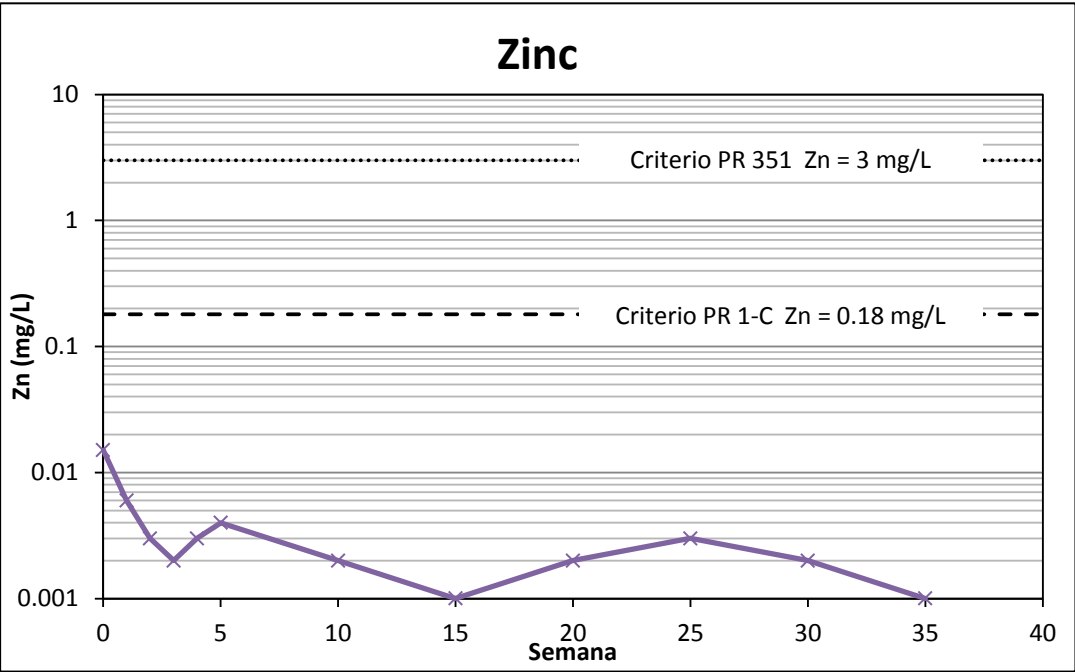


Figura 6.9
Resultados de Celda de Humedad para Muestra 2014-CG-057
Proyecto Cerro Quema





APÉNDICE A

Certificados de Laboratorio



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

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report :

CA12273-MAY14

Brian Graham B.Sc.

Project Specialist

Environmental Services, Analytical



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 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

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



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

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report :

CA12273-MAY14

Brian Graham B.Sc.

Project Specialist

Environmental Services, Analytical



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 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

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



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

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report :

CA12273-MAY14

Brian Graham B.Sc.

Project Specialist

Environmental Services, Analytical



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 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

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

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*



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 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

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - K0L 2H0

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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report :

CA12272-MAY14

*NP (Neutralization Potential)

= $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$

Weight of Sample

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur $\times$ 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



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

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 CaCO ₃ /1000 t	AP t CaCO ₃ /1000 t	Net NP t CaCO ₃ /1000 t	NP/AP ratio	Sulphur (total) %	Acid Leachable SO ₄ -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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - K0L 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report :

CA12272-MAY14

Sample ID	NP t CaCO ₃ /1000 t	AP t CaCO ₃ /1000 t	Net NP t CaCO ₃ /1000 t	NP/AP ratio	Sulphur (total) %	Acid Leachable SO ₄ -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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.

Lakefield - Ontario - KOL 2H0

Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

ABA - Modified Sobek

LR Report :

CA12272-MAY14

*NP (Neutralization Potential)

= $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$

Weight of Sample

*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur $\times$ 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

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
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 CaCO ₃ /1000 t]	11-Jun-14	09:25	1.2	-10.1	49	-8.7	87
AP [t CaCO ₃ /1000 t]	---	---	9.69	302	148	226	136
Net NP [t CaCO ₃ /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 SO ₄ -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

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA13893-MAY14

*NP (Neutralization Potential)
= $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$

Weight of Sample

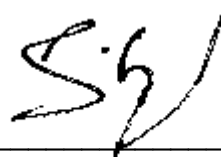
*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25

*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

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
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

SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
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 H2SO4/tonne



Brian Graham B.Sc.
Project Specialist
Environmental Services, Analytical

**SGS Canada Inc.**

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
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

Golder Associates Limited

Attn : Dan Laporte

6925 Century Avenue Suite 100
Mississauga, ON
L5N 7K2.

Phone: 905-567-4444

Fax:905-567-0166

20-June-2014

Date Rec. : 13 June 2014
LR Report: CA13385-JUN14
Reference: 1400908

Copy: #1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Final Report

[illegible]



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - K0L 2H0
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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 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	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 CaCO ₃]	< 2	23	71	12	< 2	195	< 2	111
Acidity [mg/L as CaCO ₃]	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 CaCO ₃]	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



SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300 - 185 Concession St.
Lakefield - Ontario - KOL 2H0
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



APÉNDICE B

Datos Históricos

CUADRO 2-5
RESULTADOS DEL CONTEO ACIDO-BASE ESTÁTICO DEL MATERIAL ESTÉRIL 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)	ANP APP _{tot}	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)				0.19	0.17	<5.9	<5.2	<0.1	-5.8	-5.1	<0.2>	<0.02>
Promedio												
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

6. Caja Techo con Arcilla-Pirita	E 1317	Base**	5.79	2.61	181	81.6	<0.1	-181	-82	<0.0006	<0.001
PRH-92-79 (82-92m)	E 1339	Base**	4.09	1.38	128	43.1	<0.1	-128	-43	<0.0008	<0.002
PRH-92-104 (30-40m)	E 1340	Base**	4.20	1.05	131	32.8	<0.1	-131	-33	<0.0008	<0.003
PRH-92-105 (16-26m)			4.69	1.68	147	52.5	<0.1	-147	-52	<0.0007	<0.002
Promedio											
7. Caja Techo con Silica-Pirita											
a. Grado Alto	E 1314	Piso**	15.5	4.41	484	138	<0.1	-484	-138	<0.0002	<0.007
PRH-92-77 (143-148m)	E 1318	Piso**	14.6	4.41	456	138	<0.1	-456	-138	<0.0002	<0.007
PRH-92-80 (103-110m)	E 1324	Piso**	13.7	2.10	428	65.6	<0.1	-428	-66	<0.0002	<0.002
PRH-92-85 (135-140m)			14.6	3.64	456	114	<0.1	-456	-114	<0.0002	<0.0009
Promedio	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
b. Grado Bajo			8.02	1.85	250	57.8	<3.1	-247	-58	<0.01	0.05
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 extraíble, 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 extraíble
- (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 ÁCIDO-BASE ESTÁTICO 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
Muestras 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 estéril que se encontraron dentro de los límites esperados de los tajos del proyecto de acuerdo a los cálculos 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 acid, pH = 5.0



APÉNDICE C

Resultados de las Pruebas Cinéticas

Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

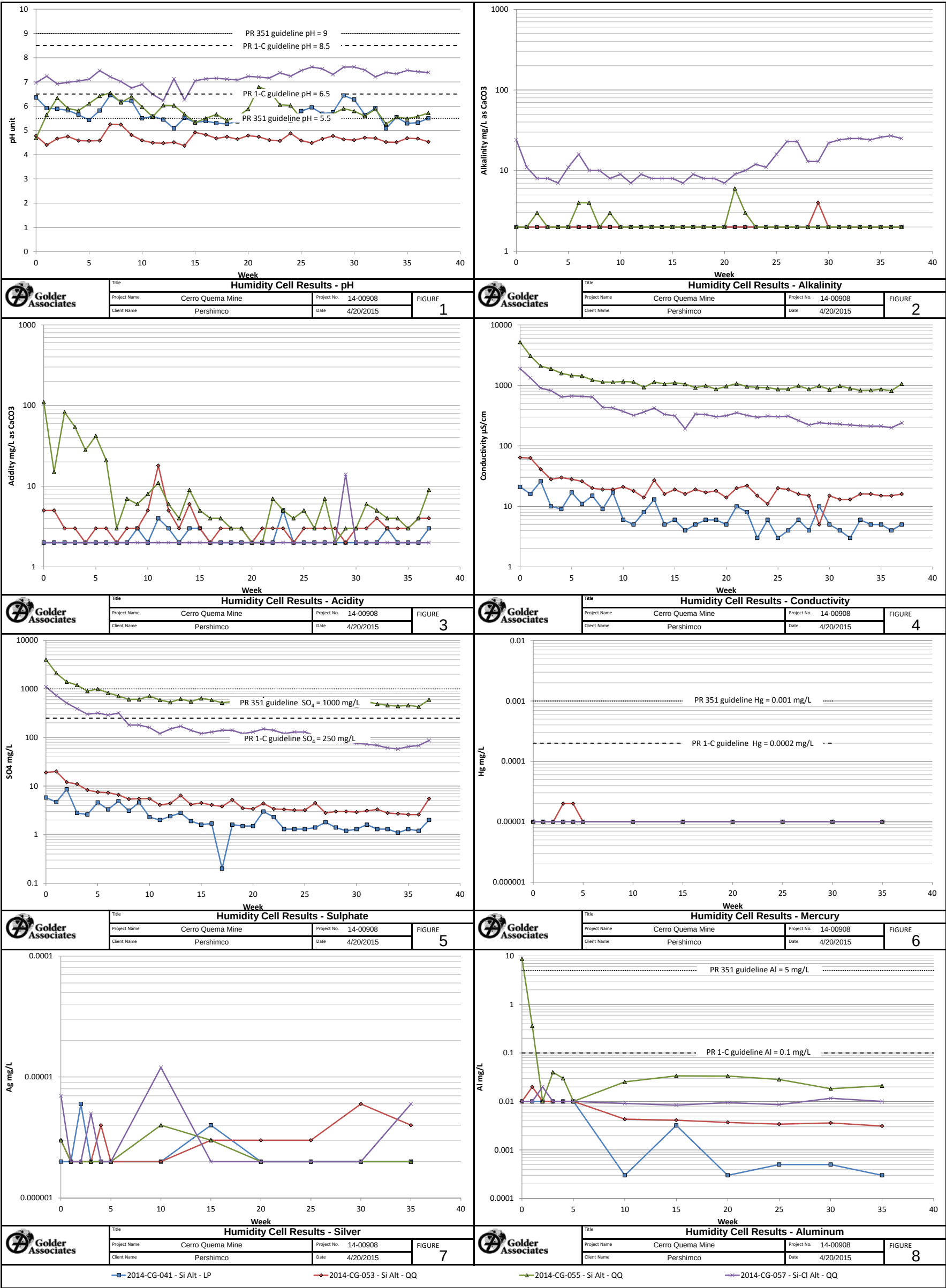


Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

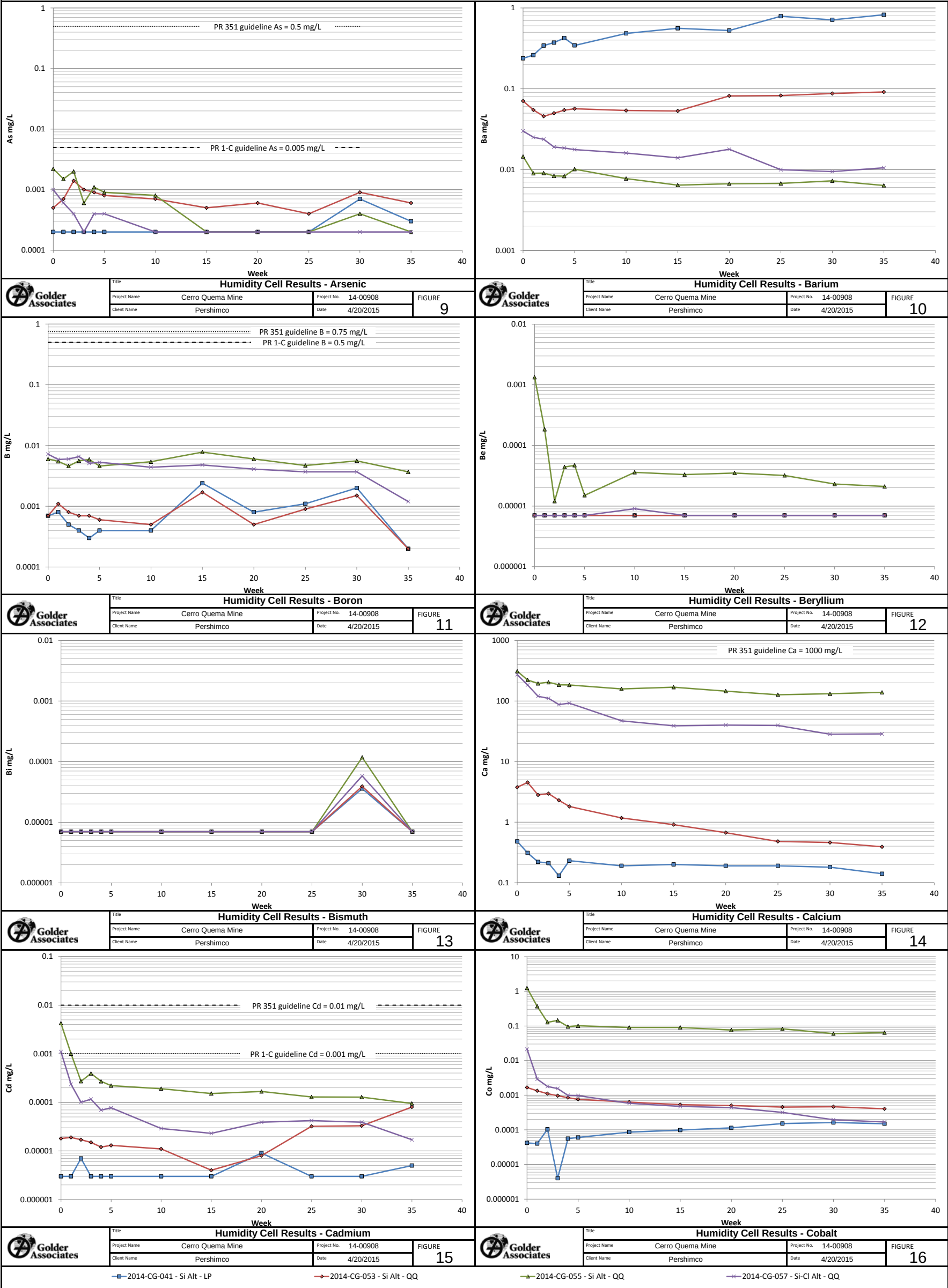


Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

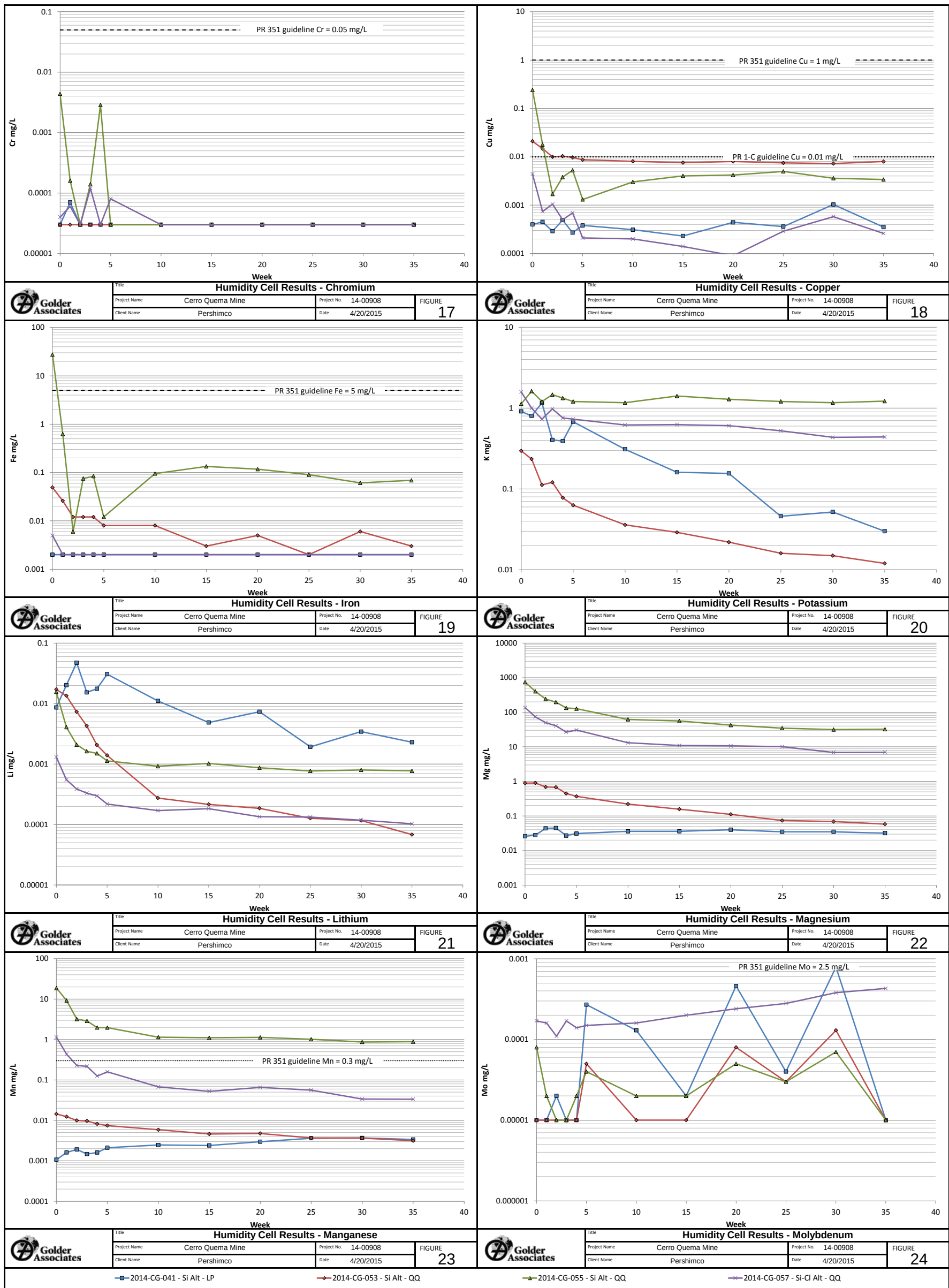
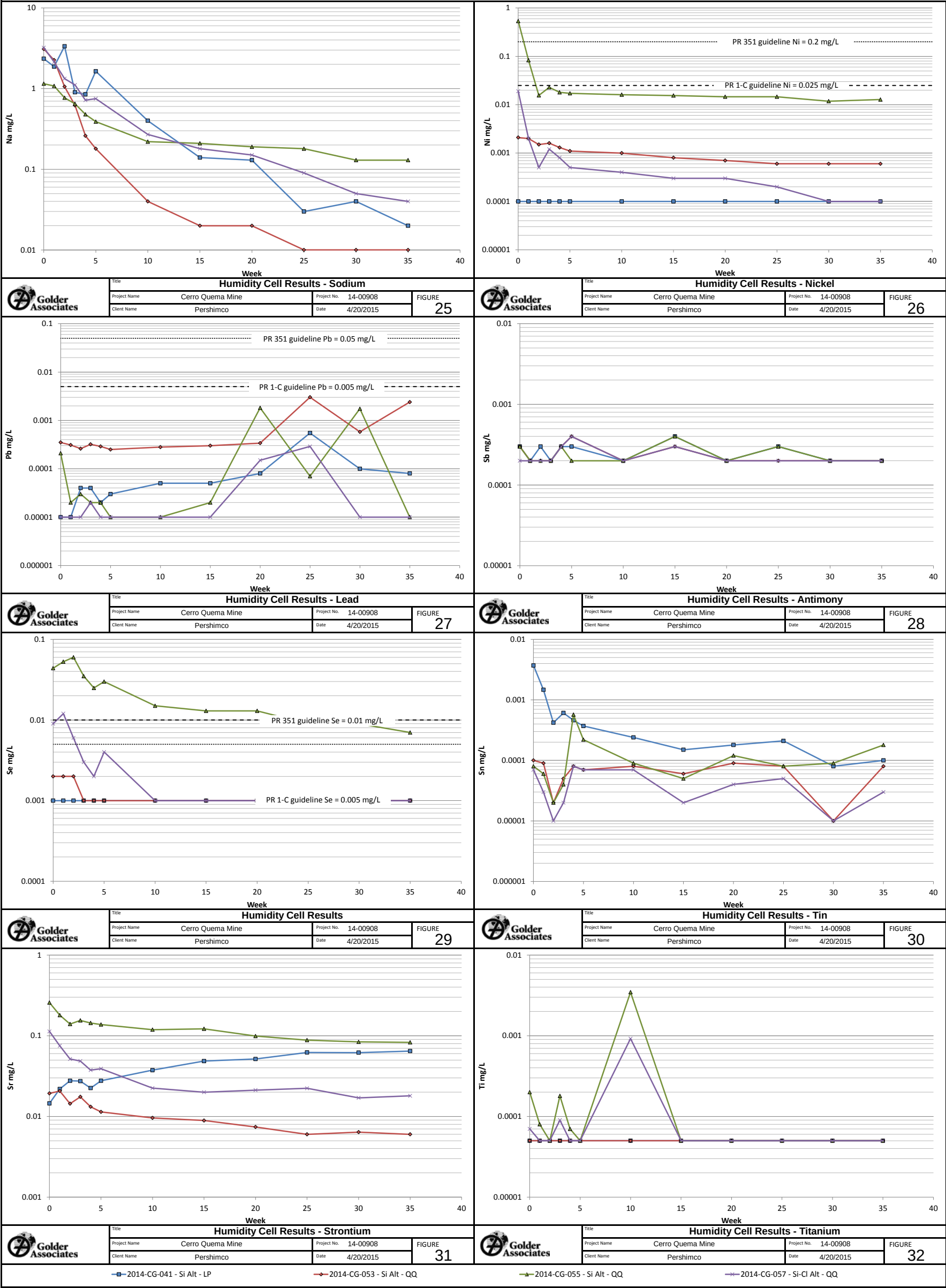


Figure C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project



2014-CG-041 - 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

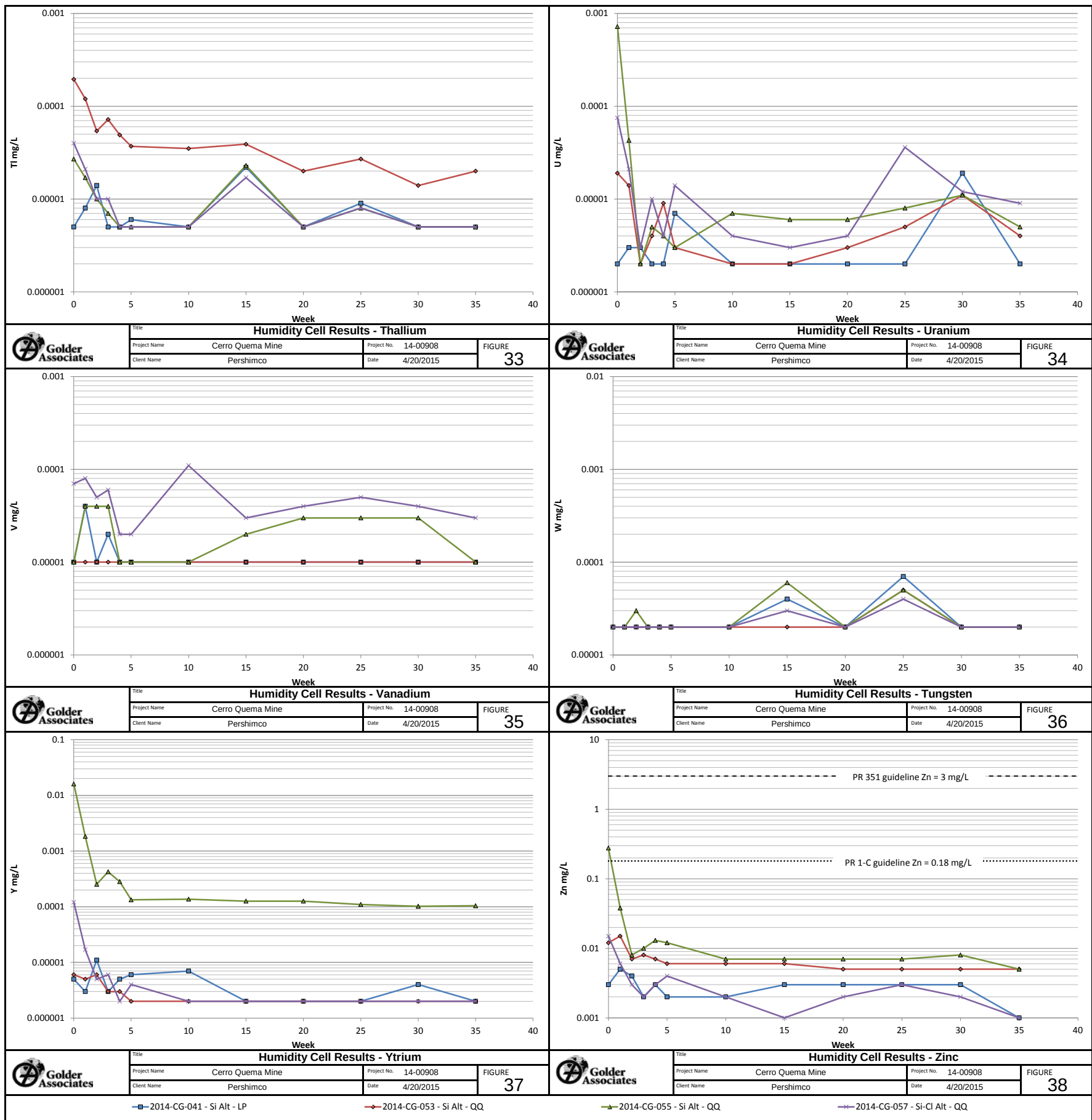


Table C-1
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

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	0.26	0.00080	< 0.000007	< 0.000007	0.31	0.000003	0.000040	0.00007	0.00045
2	30-Jul-14	1000	1027	5.89	< 2	< 2	26	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	0.00049
4	13-Aug-14	1000	896	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	5.82	< 2	2	11	3.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	1000	977	6.46	< 2	< 2	15	4.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	1000	917	6.18	< 2	< 2	9	3.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	1000	994	6.21	< 2	3	17	4.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
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	860	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	908	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	907	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	5.6	< 2	< 2	8	2.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	872	5.52	< 2	5	3	1.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	1000	896	5.39	< 2	2	6	1.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	1000	900	5.8	< 2	< 2	3	1.3	< 0.00001	< 0.000002	0.0005	< 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	5.95	< 2	< 2	4	1.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	1000	808	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	0.000036	0.18	< 0.000003	0.000163	< 0.00003	0.00103
31	18-Feb-15	1000	826	5.64	< 2	< 2	4	1.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	1000	820	5.92	< 2	2	3	1.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	1000	917	5.08	< 2	3	6	1.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	1000	914	5.55	< 2	2	5	1.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
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	1.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
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	0.91	0.0086	0.026	0.0011	< 0.00001	2.4	< 0.0001	< 0.00001	0.0003	< 0.001	0.0037	0.015	< 0.00005	0.000005	< 0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.0000050	0.0030
1	23-Jul-14	< 0.002	0.80	0.020	0.028	0.0016	< 0.00001	1.9	< 0.0001	< 0.00001	0.0002	< 0.001	0.0015	0.022	< 0.00005	0.000008	0.000003	0.00004	< 0.00002	0.0000030	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	0.000003	< 0.00001	< 0.00002	0.000011	0.0040
3	6-Aug-14	< 0.002	0.41	0.015	0.045	0.0015	< 0.00001	0.90	< 0.0001	0.00004	0.0002	< 0.001	0.00061	0.027	< 0.00005	< 0.000005	< 0.000002	0.00002	< 0.00002	0.000003	0.0020
4	13-Aug-14	< 0.002	0.39	0.018	0.027	0.0016	0.00001	0.85	< 0.0001	0.00002	0.0003	< 0.001	0.00046	0.023	< 0.00005	< 0.000005	< 0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.000005	0.0030
5	20-Aug-14	< 0.002	0.68	0.031	0.031	0.0021	0.00027	1.6	< 0.0001	0.00003	0.0003	< 0.001	0.00037	0.028	< 0.00005	0.000006	0.000007	< 0.00001	< 0.00002	0.000006	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	0.036	0.00239	0.00002	0.14	< 0.0001	0.00005	0.0004	< 0.001	0.00015	0.0485	< 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	0.156	0.00732	0.04	0.00297	0.00046	0.13	< 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	0.046	0.00193	0.035	0.00362	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	0.00368	0.00079	0.04	< 0.0001	0.0001	< 0.0002	< 0.001	0.00008	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	0.0646	< 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-CG-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	0.000003	0.01	0.0005	0.071	0.00070	< 0.000007	< 0.000007	3.8	0.000018	0.0017	< 0.00003	0.021
1	23-Jul-14	1000	874	4.4	< 2	5	63	20	< 0.00001	< 0.000002	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	989	4.66	< 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	3	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	923	4.58	< 2	2	30	8.3	0.00002	0.000004	< 0.01	0.0009	0.054	0.00070	< 0.000007	< 0.000007	2.3	0.000012	0.00085	< 0.00003	0.0097
5	20-Aug-14	1000	904	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	0.0087
6	27-Aug-04	1000	969	4.58	< 2	3	26	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	4.81	< 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	994	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	4.92	< 2	3	19	4.5	< 0.00001	0.000003	0.0041	0.0005	0.0532	0.0017	< 0.000007	< 0.000007	0.91	0.000004	0.000533	< 0.00003	0.00757
16	5-Nov-14	1000	904	4.82	< 2	2	16	4.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	1000	971	4.67	< 2	3	19	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	939	4.79	< 2	2	14	3.4	< 0.00001	0.000003	0.0037	0.0006	0.0818	0.0005	< 0.000007	< 0.000007	0.67	0.000008	0.000504	< 0.00003	0.00799
21	10-Dec-14	1000	1046	4.74	< 2	3	20	4.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	1000	1038	4.6	< 2	3	22	3.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	909	4.57	< 2	3	15	3.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24	30-Dec-14	1000	931	4.88	< 2	2	11	3.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
25	7-Jan-15	1000	942	4.58	< 2	3	20	3.2	< 0.00001	0.000003	0.0034	0.0004	0.0825	0.0009	< 0.000007	< 0.000007	0.48	0.000032	0.000456	< 0.00003	0.00747
26	14-Jan-15	1000	966	4.48	< 2	3	19	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	1000	885	4.65	< 2	3	16	2.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	1000	973	4.77	< 2	3	15	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	1000	969	4.63	4	2	5	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	1000	998	4.6	< 2	3	15	2.9	< 0.00001	0.000006	0.0036	0.0009	0.0872	0.0015	< 0.000007	0.000039	0.46	0.000033	0.000467	< 0.00003	0.00722
31	18-Feb-15	1000	893	4.7	< 2	3	13	3.1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	1000	909	4.68	< 2	4	13	3.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	1000	937	4.52	< 2	3	16	2.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	1000	944	4.51	< 2	3	16	2.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	1000	989	4.68	< 2	3	15	2.6	< 0.00001	0.000004	0.0031	0.0006	0.0912	< 0.0002	< 0.000007	< 0.000007	0.39	0.00008	0.000404	< 0.00003	0.00797
36	25-Mar-15	1000	948	4.66	< 2	4	15	2.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	1000	863	4.53	< 2	4	16	5.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Table C-2. Kinetic testing results for sample 2014-CG-053 (cont).

Cycle	Sample Date	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ti	Ti	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	0.00010	0.019	< 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	0.69	0.010	< 0.00001	1.1	0.0015	0.00026	< 0.0002	0.002	0.00002	0.014	< 0.00005	0.000054	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	0.000006	0.0070
3	6-Aug-14	0.012	0.12	0.0043	0.68	0.0097	< 0.00001	0.62	0.0016	0.00032	< 0.0002	< 0.001	0.00005	0.018	< 0.00005	0.000072	0.000004	< 0.00001	< 0.00002	0.000003	0.0080
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	0.00008	0.013	< 0.00005	0.000049	0.000009	< 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	0.000037	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	0.036	0.0003	0.22	0.0059	< 0.00001	0.040	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	0.029	0.000215	0.158	0.00461	< 0.00001	0.02	0.0008	0.0003	0.0003	< 0.001	0.00006	0.0089	< 0.00005	0.000039	0.000002	< 0.00001	< 0.00002	< 0.000002	0.006
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	0.00008	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	0.002	0.016	0.000127	0.074	0.00368	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	0.006	0.015	0.000116	0.069	0.00366	0.00013	0.01	0.0006	0.00058	< 0.0002	< 0.001	0.00001	0.0064	< 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	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Table C-3
Kinetic Testing Results
Cerro Quema Project

Table C-3. Kinetic testing results for sample 2014-CG-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	798	4.69	< 2	110	5190	4000	< 0.00001	0.000003	8.8	0.0022	0.015	0.0060	0.0013	< 0.000007	310	0.0043	1.2	0.0044	0.24
1	23-Jul-14	1000	833	5.65	< 2	15	3080	2100	< 0.00001	< 0.000002	0.36	0.0015	0.0090	0.0055	0.00018	< 0.000007	223	0.0010	0.37	0.00016	0.018
2	30-Jul-14	1000	961	6.34	3	83	2080	1400	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0020	0.0091	0.0046	0.000012	< 0.000007	195	0.00027	0.13	< 0.00003	0.0017
3	6-Aug-14	1000	845	5.91	2	54	1880	1200	0.00001	< 0.000002	0.04	0.0006	0.0084	0.0056	0.000044	< 0.000007	204	0.00039	0.15	0.00014	0.0038
4	13-Aug-14	1000	940	5.82	< 2	28	1590	900	0.00001	< 0.000002	0.03	0.0011	0.0083	0.0059	0.000047	< 0.000007	186	0.00027	0.096	0.00029	0.0053
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	3	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	0.000036	< 0.000007	159	0.00019	0.091	< 0.00003	0.0030
11	1-Oct-14	1000	851	5.56	< 2	11	1140	590	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12	8-Oct-14	1000	978	6.04	< 2	6	931	530	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	1000	1003	6.03	2	4	1140	620	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	1000	883	5.67	2	9	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	169	0.000152	0.0907	< 0.00003	0.00404
16	5-Nov-14	1000	861	5.5	< 2	4	1050	590	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	1000	950	5.66	< 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	3	865	510	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	3-Dec-14	1000	909	5.88	< 2	2	967	540	< 0.00001	< 0.000002	0.0335	< 0.0002	0.00669	0.006	0.000035	< 0.000007	146	0.000167	0.0763	< 0.00003	0.0042
21	10-Dec-14	1000	1018	6.79	6	2	1070	630	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	1000	999	6.64	3	7	954	580	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	895	6.06	< 2	5	931	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	899	5.5	< 2	3	871	480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	21-Jan-15	1000	820	5.49	< 2	7	988	590	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	28-Jan-15	1000	900	5.69	< 2	2	867	500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	4-Feb-15	1000	899	5.9	< 2	3	986	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	132	0.000128	0.0598	< 0.00003	0.0036
31	18-Feb-15	1000	823	5.59	< 2	6	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	863	460	< 0.00001	0.000002	0.021	< 0.0002	0.00636	0.0037	0.000021	< 0.000007	139	0.000095	0.0641	< 0.00003	0.00338
36	25-Mar-15	1000	921	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-CG-055 (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	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	0.28
1	23-Jul-14	0.62	1.6	0.0041	401	9.3	0.00002	1.1	0.083	0.00002	< 0.0002	0.053	0.00006	0.18	0.00008	0.000017	0.000043	0.00004	< 0.00002	0.0018	0.038
2	30-Jul-14	0.006	1.2	0.0021	242	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	0.023	0.00002	0.0002	0.035	0.00004	0.16	0.00018	0.000007	0.000005	0.00004	< 0.00002	0.00042	0.010
4	13-Aug-14	0.084	1.3	0.0015	134	2.0	0.00002	0.48	0.018	0.00002	0.0003	0.025	0.00057	0.14	0.00007	0.000005	0.000004	< 0.00001	0.00002	0.00028	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	0.030	0.00022	0.14	< 0.00005	< 0.000005	0.000003	< 0.00001	0.00002	0.00013	0.012
6	27-Aug-04	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7	3-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	10-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	0.095	1.2	0.00092	62	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	55.7	1.11	0.00002	0.21	0.0155	0.00002	0.0004	0.013	0.00005	0.122	< 0.00005	0.000023	0.000006	0.00002	0.00006	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	0.000869	42.4	1.13	0.00005	0.19	0.0146	0.00182	< 0.0002	0.013	0.00012	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	0.18	0.0146	0.00007	0.0003	0.009	0.00008	0.0883	< 0.00005	0.000008	0.000008	0.00003	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	31.6	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	0.008
31	18-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
32	25-Feb-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	0.069	1.22	0.000772	32.3	0.886	< 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	1890	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	0.0006	0.025	0.0059	< 0.000007	< 0.000007	184	0.00024	0.0029	0.00006	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	892	6.98	8	< 2	819	390	0.00001	0.000005	< 0.01	< 0.0002	0.019	0.0066	< 0.000007	< 0.000007	111	0.00012	0.0016	0.00012	0.00050
4	13-Aug-14	1000	972	7.04	7	< 2	645	300	< 0.00001	< 0.000002	< 0.01	0.0004	0.019	0.0051	< 0.000007	< 0.000007	87	0.000069	0.00098	< 0.00003	0.00069
5	20-Aug-14	1000	1019	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	0.00097	0.00008	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	968	7.02	10	< 2	435	180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
9	17-Sep-14	1000	1013	6.75	8	< 2	425	180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	24-Sep-14	1000	936	6.9	9	< 2	371	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	9	< 2	364	150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13	15-Oct-14	1000	1004	7.13	8	< 2	422	170	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14	22-Oct-14	1000	958	6.26	8	< 2	331	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15	29-Oct-14	1000	940	7.05	8	< 2	314	120	< 0.00001	0.000002	0.0084	< 0.0002	0.014	0.0048	< 0.000007	< 0.000007	38.9	0.000023	0.000474	< 0.00003	0.00014
16	5-Nov-14	1000	960	7.13	7	< 2	192	130	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
17	12-Nov-14	1000	1026	7.15	9	< 2	337	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
18	19-Nov-14	1000	1003	7.12	8	< 2	329	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	26-Nov-14	1000	1026	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	40	0.000039	0.00044	< 0.00003	0.00009
21	10-Dec-14	1000	1028	7.2	9	< 2	353	150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
22	17-Dec-14	1000	1030	7.16	10	< 2	318	140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
23	23-Dec-14	1000	1026	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	0.0086	< 0.0002	0.00999	0.0037	< 0.000007	< 0.000007	39.6	0.000042	0.000319	< 0.00003	0.00029
26	14-Jan-15	1000	997	7.62	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	82	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	11-Feb-15	1000	997	7.62	22	< 2	234	76	< 0.00001	< 0.000002	0.0116	0.0002	0.00946	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	< 2	222	69	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	4-Mar-15	1000	988	7.39	25	< 2	216	61	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	11-Mar-15	1000	996	7.34	24	< 2	212	58	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	18-Mar-15	1000	992	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	0.000169	< 0.00003	0.00026
36	25-Mar-15	1000	991	7.42	27	< 2	200	68	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37	1-Apr-15	1000	995	7.39	25	< 2	239	87	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Table C-4. Kinetic testing results for sample 2014-CG-057 (cont).

[illegible]

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

