

## INDICE CONTENIDO CAPÍTULO 6

<b>6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO. ....</b>	<b>356</b>
6.1 FORMACIONES GEOLÓGICAS REGIONALES. ....	356
6.1.2 Unidades Geológicas Locales.....	360
6.1.2.1 Geología del Yacimiento. ....	362
6.1.2.2 Geología estructural. ....	364
6.1.2.3 Alteraciones.....	366
6.1.2.3 Mineralización.....	369
6.1.2.4 Análisis Instrumental.....	376
6.1.2.5 Análisis Químicos en minerales. ....	378
6.1.2.6 Geoquímica de suelos del área directa e indirecta del proyecto. ....	383
6.1.2.7 Potencial geológico de recursos. ....	385
6.1.3 Caracterización Geotécnica. ....	396
6.2 GEOMORFOLOGÍA.....	397
6.3 CARACTERIZACION DEL SUELO. ....	399
6.3.1 Descripción del uso de suelo actual.....	401
6.3.2 Deslinde de la propiedad. ....	409
6.3.3 Capacidad de uso y aptitud.....	410
6.3.4 División de la Propiedad y Ordenamiento Territorial. ....	412
6.4 TOPOGRAFÍA. ....	414
6.4.1 Mapa topográfico, escala 1:50.000.....	417
6.5 CLIMA.....	418
6.5.1 Precipitación.....	420
6.5.2 Temperatura.....	422
6.5.3 Humedad Relativa. ....	424
6.5.4 Velocidad y dirección del viento.....	425
6.6 HIDROLOGIA. ....	429
6.6.1 Calidad del agua superficial. ....	437
6.6.1.a Caudales (Máximo, Mínimo y promedio anual).....	457
6.6.1.b Corrientes, mareas y oleajes. ....	471
6.6.2 Aguas subterráneas.....	471
6.6.2.a Identificación de Acuífero. ....	473

6.7 CALIDAD DEL AIRE. ....	474
6.7.1 Ruido. ....	475
6.7.1.1 Vibraciones.....	476
6.7.2 Olores. ....	477
6.8 ANTECEDENTES SOBRE LA VULNERABILIDAD FRENTE A AMENAZAS NATURALES EN EL ÁREA. ....	477
6.8.1 Condiciones Sismológicas de Panamá. ....	477
6.8.2 Vulcanismo.....	480
6.9 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PROPENSOS A INUNDACIONES. ....	484
6.10 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PROPENSOS A EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS .....	485

### **ÍNDICE DE CUADRO**

Cuadro 6.1. Puntos de muestreo para análisis de mineralización. Estudios microscópicos. .....	370
Cuadro 6.2. Total de muestras por “Batch” del proyecto Greenfield Mining. ....	376
Cuadro 6.3. Muestras del Batch 1.....	377
Cuadro 6.4. Muestras del Batch 2.....	377
Cuadro 6.5. Muestras del Batch 3.....	378
Cuadro 6.6. Tipos de análisis químico. ....	379
Cuadro 6.7. Resultados de los análisis químicos. ....	381
Cuadro 6.8. Clasificación de Geología de la microcuenca Quebrada El Veneno .....	396
Cuadro 6.9. Clasificación Geomorfología de la microcuenca Quebrada El Veneno .....	398
Cuadro 6.10. Clasificación de textura de suelo de la microcuenca Quebrada El Veneno..	400
Cuadro 6.11. Coordenadas geográficas puntos de muestreo para calidad de suelo para el proyecto.....	404
Cuadro 6.12. Resultados de monitoreo de suelo comparado con el Decreto No. 2 de 14 de enero de 2009. ....	406
Cuadro 6.13. Resultados de monitoreo de suelo comparado con el Decreto Supremo N° 011- 2017-MINAM. ....	407
Cuadro 6.14. Conformidad de los resultados de muestreo con las normas comparables.	408
Cuadro 6.15. Datos de finca en la que se desarrollará el proyecto .....	409

Cuadro.6.16. Datos promedio mensuales de la cantidad de lluvia de la estación meteorológica de San Juan, durante 32 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa..	421
Cuadro.6.17. Datos promedio de temperatura de la estación meteorológica de San Francisco, durante 44 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa.....	423
Cuadro.6.18. Datos promedio de Humedad Relativa de la estación meteorológica de San Francisco, durante 44 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa. ....	424
Cuadro 6.19. Velocidad promedio de viento a 2 m. Estación Laguna La Yeguada. ....	426
Cuadro 6.20. Velocidad promedio de viento a 10 m. Estación Santiago. ....	427
Cuadro 6.21. Tabla de guía rápida para definir el criterio general de la calidad del agua.	438
Cuadro 6.22. Índice de calidad de agua de las estaciones ubicadas aguas arriba y aguas abajo del punto de confluencia de las aguas procedentes de las quebradas colindantes al proyecto. ....	441
Cuadro 6.23. Código, georreferencias y detalles de los puntos de estudio realizado en 2009. ....	442
Cuadro 6.24. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en diciembre 2005. ....	444
Cuadro 6.25. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en marzo 2006.....	444
Cuadro 6.26. Cuadro de concentraciones en mg/L de las muestras recolectadas en diciembre 2005. ....	445
Cuadro 6.27. Cuadro de concentraciones en mg/L de las muestras recolectadas en Marzo 2006. ....	445
Cuadro 6.28. Identificación de los puntos de muestreos y código de muestras (estudio 2014). ....	447
Cuadro 6.29. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en diciembre 2005. ....	448
Cuadro 6.30. Conformidad de los resultados del estudio realizado en 2014. ....	449
Cuadro 6.31. Coordenadas geográficas puntos de muestreo para calidad de agua para el proyecto.....	450
Cuadro 6.32. Resultados de monitoreo de calidad aguas del proyecto. ....	452
Cuadro 6.33. Conformidad de los resultados del monitoreo realizado.....	453

Cuadro 6.34. Caudales promedios, máximos y mínimos mensuales medidos en estación Gatú para período 1957-1998. ....	460
Cuadro 6.35. Caudales promedios, máximos y mínimos mensuales estimados para la microcuenca el Veneno por correlación de datos con la estación Gatú. ....	460
Cuadro 6.36. Coeficiente de escurrentía para diferentes escenarios de cobertura, textura y pendiente de terreno.....	463
Cuadro 6.37. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada El Veneno. ...	468
Cuadro 6.38. Localización de pozos de observación en el área de estudio. ....	472
Cuadro 6.39. Tabla de resultados de muestreo y niveles de calidad de aire. ....	474
Cuadro 6.40. Niveles de ruidos en comunidades cercanas al punto de estudio. ....	476
Cuadro 6.41. Niveles de vibración en comunidades cercanas al punto de estudio. ....	476
Cuadro 6.42. Distancias de los estratovolcanes más próximos al área del proyecto.....	483

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 6.1. Geología Regional del área de desarrollo del proyecto. ....	357
Figura 6.2. Mapa de ubicación de la Franja Aurífera de Veraguas.....	358
Figura 6.3. Gráfico álcalis v/s sílice de las rocas magmáticas. Nelson (2001).....	358
Figura 6.4. Gráfico potasio v/s sílice de las rocas magmáticas. Nelson (2001). ....	359
Figura 6.5. Interpretación estructural del sistema de vetas del proyecto Greenfield Mining. .....	364
Figura 6.7. Vetas área de influencia directa e indirecta.....	368
Figura 6.8. Puntos de extracción de muestras para análisis de mineralización dentro del área del proyecto. ....	369
Figura 6.9. Sección longitudinal de Veta Principal, sector Cerro Principal.....	371
Figura 6.10. Extensión de Veta Principal. ....	372
Figura 6.11. Muestra TO-01. Fotomicrografías en luz reflejada y nícoles paralelos, mostrando la ocurrencia de oro nativo.....	373
Figura 6.12. Galleta de muestra.....	373
Figura 6.13. Muestras a lo largo de la Veta Huaty. ....	374
Figura 6.14. Muestras obtenidas en Veta Huaty. ....	375



Figura 6.15. Ocurrencia de Oro Nativo.....	382
Figura 6.16. Mapa de Interpolación de Au, mostrando una amplia anomalía de oro (Sur Veta Huaty).....	384
Figura 6.17. Vista en planta de la Veta Principal en la Zona del Cerro Principal. ....	387
Figura 6.18. Sección longitudinal de la Veta Principal - Zona Toro. ....	389
Figura 6.19. Vista en perspectiva del cuerpo modelado para la Veta Huaty.....	391
Figura 6.20. Vista en planta de la Veta Huaty .....	392
Figura 6.21. Sección longitudinal de la Veta Huaty – Zona Norte.....	394
Figura 6.22. Sección longitudinal de la Veta Huaty – Zona Sur.....	395
Figura 6.23. Imagen Satelital Google Earth donde se aprecia la orografía del proyecto ...	398
Figura 6.24. Mapa geomorfológico del área del proyecto.....	399
Figura 6.25. Relación de texturas de suelo según la FAO .....	400
Figura 6.26. Ubicación de puntos de muestreo realizados. ....	405
Figura 6.27. Vista de los colindantes del proyecto. ....	410
Figura 6.28. Mapa de Capacidad agrológica de los suelos. ....	412
Figura 6.29. Topografía del área de estudio. ....	415
Figura 6.30. Mapa de topografía, curva de niveles, del área de estudio.....	416
Figura 6.31. Cartografía área de estudio.....	417
Figura 6.32. Mapa Clima McKay.....	419
Figura 6.33. Régimen de precipitación en el área de estudio.....	420
Figura 6.34. Datos promedios mensuales de cantidad de lluvia de la estación meteorológica de San Juan. ....	422
Figura 6.35. Datos de la estación meteorológica, Temperatura promedio.....	423
Figura 6.36. Datos de la estación meteorológica, Humedad relativa. ....	425
Figura 6.37. Datos de la estación meteorológica Laguna La Yeguada, Velocidad del viento a 2 m. ....	426
Figura 6.38. Datos de la estación meteorológica Santiago. Velocidad del viento a 10 m ....	427
Figura 6.39. Rosa de vientos de la región donde se ubica el proyecto.....	428
Figura 6.40. Vista satelital de Cuenca Hidrográfica del Río Santa María y ubicación del Proyecto. ....	429

Figura 6.41. Cuenca Hidrográfica del Río Santa María y ubicación del Proyecto.....	430
Figura 6.42. Microcuenca de la Quebrada El Veneno. ....	431
Figura 6.43. Fuentes hídricas naturales presentes en el área del proyecto. Finca N° 447910. .....	432
Figura 6.44. Clasificación de drenajes dentro de la microcuenca de la Quebrada El Veneno .....	433
Figura 6.45. Plano de topografía e hidrología del área.....	435
Figura 6.46. Ubicación de las formaciones presentes en el proyecto.....	437
Figura 6.47. Índice de calidad de agua en el Río Santa María. ....	438
Figura 6.48. Ubicación de las 7 estaciones de monitoreo analizadas en Río Santa María. .....	439
Figura 6.49. Mapa de ubicación aproximada de las estaciones analizadas, en el Informe de monitoreo de calidad de aguas del Río Santa María, con respecto al área del proyecto.....	440
Figura 6.50. Vista de los puntos de muestreos colindantes.....	443
Figura 6.51. Vista de los puntos de muestreos estudio 2014 .....	447
Figura 6.52. Ubicación de puntos de muestreo realizados a los cuerpos de agua. ....	451
Figura 6.53. Ubicación de las tomas de aguas cercanas al proyecto.....	455
Figura 6.54. Ubicación de las tomas de aguas cercanas al proyecto. ....	457
Figura 6.55. Selección de estación de referencia hidrológica entra microcuenca El Veneno y estación Gatú. ....	458
Figura 6.56. Distribución de caudales promedios, máximos y mínimos mensuales en la estación de Gatú en el río Gatú. ....	459
Figura 6.57. Distribución de caudales promedios, máximos y mínimos mensuales estimados para la microcuenca de la quebrada El Veneno.....	459
Figura 6.58. Distribución espacial de la pendiente por porcentaje de aumento de la microcuenca de la quebrada El Veneno. ....	462
Figura 6.59. Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia de Estación meteorológica de Santiago. ....	464
Figura 6.60. Vista de Planta de Modelo Hidráulico en Hec-Ras con modelo de elevación generado con topografía y batimetría en sitio. ....	465

Figura 6.61. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada El Veneno (recurrencia de 100 años).	466
Figura 6.62. Sección transversal tramo de la quebrada El Veneno (recurrencia de 100 años).	467
Figura 6.63. Tramo de la quebrada El Veneno bajo una recurrencia de 100 años.	467
Figura 6.64. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada El veneno, bajo una recurrencia de 100 años.	469
Figura 6.65. Planicie de inundación de tramo de la quebrada El Veneno, bajo la recurrencia de 100 años en modelo digital de elevación.	470
Figura 6.66. Mapa Hidrogeológico de Panamá.	473
Figura 6.67. Imagen de las placas tectónicas que limitan con la Microplaca de Panamá.	478
Figura 6.68. Mapa de PGA para un periodo de retorno de 475 años	479
Figura 6.69. Mapa de Amenazas Sísmica de la República de Panamá	480
Figura 6.70. Aparatos volcánicos del Istmo de Panamá.	483
Figura 6.71. Resultados del análisis de inundaciones en la Cuenca del Río Santa María.	484
Figura 6.72. Susceptibilidad a inundaciones, Atlas Ambiental 2010.	485
Figura 6.73. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos	486
Figura 6.74. Principales amenazas naturales circundantes al área del proyecto.	487

## ÍNDICE DE FOTO

Foto 6.1. Fotografía donde se observa el tipo de roca y sus características	361
Foto 6.2. Fotografía tomada en la Zona el Bugre.	362
Foto 6.3. Trabajo de reconocimiento toma de muestras, de datos estructurales y mineralógicos-textuales de la Veta Huaty.	365
Foto 6.4. Fotografías de uso de suelo actual en la zona del proyecto.	402
Foto 6.6. Fotografía de ubicación de tanque de abastecimiento de agua potable.	456
Foto 6.7. Vista de pozos de observación.	472

## **6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FISICO.**

El presente Capítulo muestra de manera integrada, los diferentes factores que componen el ambiente físico del área del Proyecto. El nivel de detalle presentado en este Capítulo, para cada uno de los elementos descritos, es acorde a la importancia que los mismos revisten en la identificación de los impactos significativos (positivos y negativos) y a la necesidad de proponer las medidas de mitigación y/o compensación derivados de las actividades necesarias para el desarrollo de las obras.

### **6.1 FORMACIONES GEOLÓGICAS REGIONALES.**

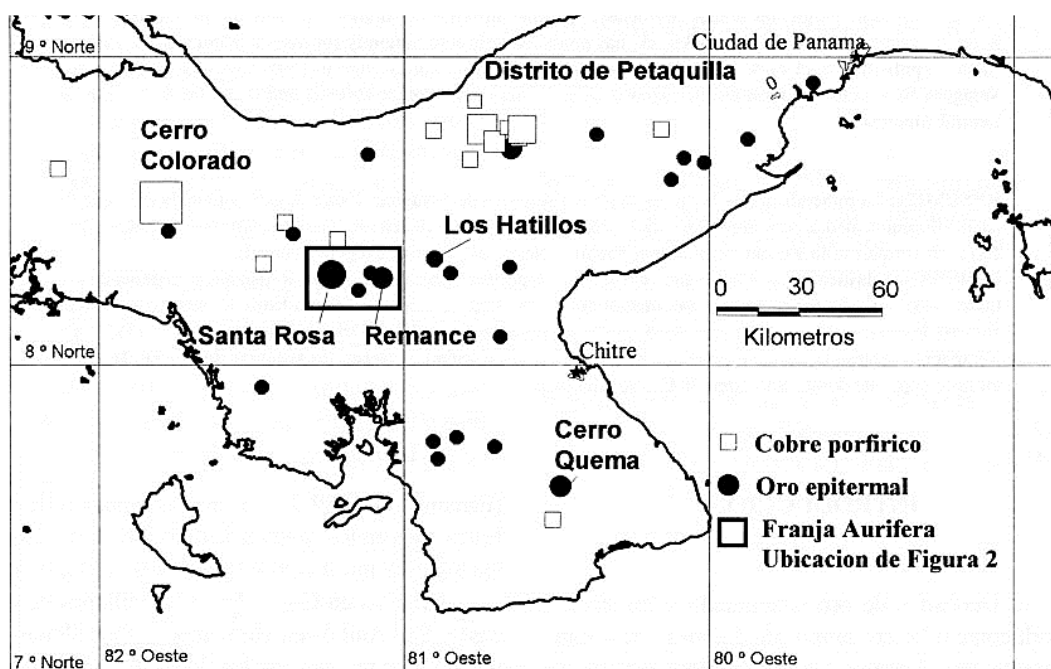
Basado en la información contenida en el Mapa Geológico de la República de Panamá, preparado por la Dirección General de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industrias y editado por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia a escala 1:250.000, así como de los informes anuales presentados ante la Dirección Nacional de Recursos Minerales de este Ministerio podemos definir que el área del desarrollo del proyecto, se encuentran las formaciones Tucue (100%).

La formación Tucue, cuyo símbolo es TM-CATu, perteneciente al grupo Cañazas, del periodo Terciario, esta formación está compuesta por andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs.

La geología regional se ilustra en la figura 6.1. a continuación.



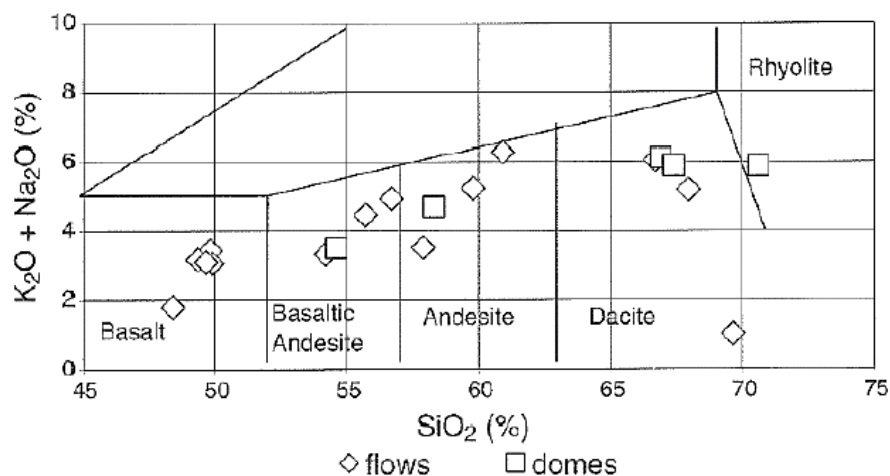
Figura 6.2. Mapa de ubicación de la Franja Aurífera de Veraguas.



Fuente: Nelson (2001).

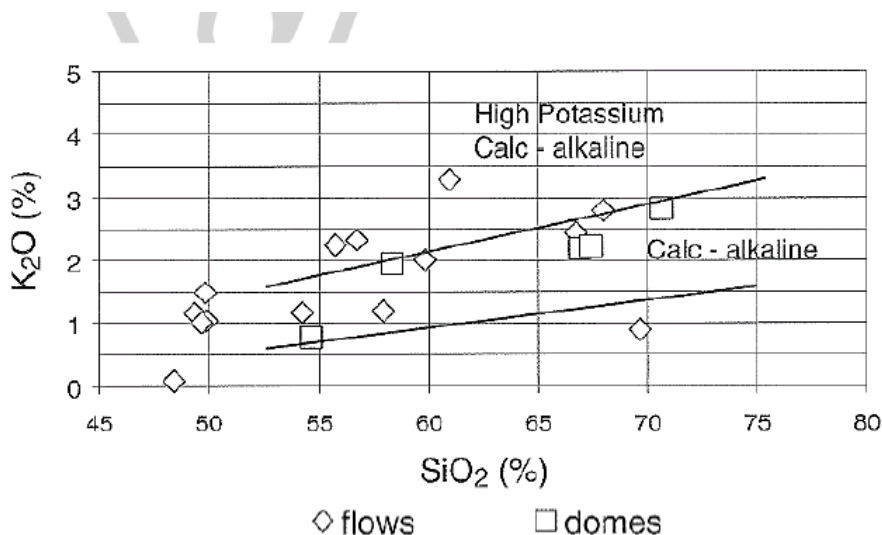
Según Nelson (2001), dicha franja se encuentra constituida por rocas megmáticas de la edad del Mioceno medio de filiación principalmente Calco – alcalina, aunque algunos flujos se agrupan en el campo de los calco-alcalinos ricos en potasio.

Figura 6.3. Gráfico álcalis v/s sílice de las rocas magmáticas. Nelson (2001).



Fuente: Nelson (2001).

Figura 6.4. Gráfico potasio v/s sílice de las rocas magmáticas. Nelson (2001).



Fuente: Nelson (2001).

Estas rocas son mayormente andesíticas, aunque tienen un rango de composición que va desde basalto (con fenocristales de plagioclasa y piroxeno) hasta riolita (con fenocristales de cuarzo, biotita y hornblenda); están intruidas por cuellos volcánicos y domos exógenos. Mantos piroclásticos rodean varios de estos complejos de domos donde ocurren los principales depósitos minerales de Au como Remance y Santa Rosa, los cuales entraron en producción en 1989 y 1995 respectivamente.

Todas las unidades de rocas volcánicas en la Franja Aurífera de Veraguas, están asignadas a la Formación Cañazas. Las vetas de dicha franja tienen rumbo norte con buzamientos sub-verticales, también están presentes fallas y diques con rumbo noreste pero normalmente no se encuentran mineralizados. Las fallas mineralizadas probablemente se abrieron como respuesta a movimientos longitudinales de las estructuras regionales con rumbos oeste y noreste. Vetas con rumbo norte y noreste se encuentran a lo largo de toda la franja aurífera de Veraguas, por una distancia de más de 40 km. Las vetas llegan de tener un espesor de hasta dos (2) metros y están rellenas por cuarzo bandeado y crustiforme, calcedonia y pirita subordinada (Nelson 2001).

### **6.1.2 Unidades Geológicas Locales.**

En la franja aurífera de Veraguas, se enlazan mantos piroclásticos con depósitos de carbono estratificados y brechas líticas lapilíticas epiclásticas, domos exógenos, diques y cráteres hidrotermales con bandeamiento de flujo se encuentran a lo largo de la franja, produciendo ondas de depósitos de oro.

La mineralización en la zona se debe a sucesos geológicos que ha fracturado las rocas piroclásticas y andesitas, formando canales con ricos depósitos de cuarzo aurífero con dispersión de sulfuros en los espacios vacíos. Estos accidentes geológicos además han ocasionado la reacción del cuarzo con los minerales de las rocas, generando alteraciones hidrotermales con silicificación y caolinización. Los minerales auríferos se han encontrado tanto en vetas de cuarzo como en las rocas andesitas y piroclásticas (Gutiérrez, 1995).

En el área del proyecto se han encontrado gran cantidad de vetas de cuarzo acompañadas con brechas que recorren el área del proyecto en su mayoría en sentido norte-sur. Entre las vetas más sobresalientes tenemos la Veta Principal, con una longitud estimada de 3 kilómetros, Veta San Fernando y Veta Santa Rosa de unos 2.5 kilómetros, adicionalmente se encuentra vetas que cortan o buscan cortar la veta principal (sentido Noreste) como lo son Veta Huaty y Baltazar.

#### **Definición del macizo rocoso.**

Conjunto de matriz rocosa y discontinuidades que se aprecia en los socavones de la mina en Remance son de carácter heterogéneo, comportamiento discontinuo y varían según la dirección en que son aplicadas.

En ese orden las rocas se pueden considerar duras o blandas y las fallas de los macizos se presentan por zonas de debilidad o de discontinuidad estructural. Se considera que un suelo o roca es blando o duro, según su resistencia a la compresión esté en los siguientes rangos:



1. Roca blanda de 10 a 375 Kg/cm<sup>2</sup> (1 a 37MPa).
2. Roca intermedia de 375 a 700 Kg/cm<sup>2</sup> (37 a 69MPa).
3. Roca dura más de 700 Kg/cm<sup>2</sup> (69MPa).

Las rocas predominantes en las labores subterráneas de la mina en Remance son la Roca intermedia en un 45% roca dura 30% y roca suelta en un 15% que se ubican en las partes superiores a partir del nivel freático a través de material intacto a los niveles de esfuerzos existentes que se pueden dar en el área de influencia de una excavación, sin que tenga sentido un valor numérico para definir la resistencia de dichas rocas, máximo aún si se tiene en cuenta que los macizos de roca más dura pueden fallar y fallan en las excavaciones más profundas. El comportamiento de una galería puede ser dúctil, adecuado o frágil.

Foto 6.1. Fotografía donde se observa el tipo de roca y sus características



Fuente: CAM, S.A.

Esta labor es una galería de 2.10mts X 2.40mts, en el Nivel 3 de la veta principal, en una roca intermedia (con una elasticidad) que para la perforación es bastante suelta o intermedia pero la consistencia es apreciable en la imagen.

De la misma manera esta segunda vista obedece a una labor con las mismas características y condiciones ubicada en la zona el Bugre que fueron los puntos de operación de la empresa inglesa.

Foto 6.2. Fotografía tomada en la Zona el Bugre



Fuente: CAM, S.A.

#### **6.1.2.1 Geología del Yacimiento.**

El depósito epitermal de oro de Remance, está contenido en un manto de rocas piroclásticas que se vuelve más grueso conforme se acerca hacia dos (2) cráteres superpuestos. La base del manto piroclástico es una brecha gruesa con fragmentos de andesita fluida los cuales alcanzan diámetros de hasta un (1) metro. Esta unidad se adelgaza hacia afuera del cráter y está sobre yacida por brechas más finas las cuales contienen fragmentos lapilíticos. La primera unidad del manto piroclástico es una toba cristalina de grano fino o flujo con ocasionales fragmentos líticos.

Brechas tobáceas de la falda piroclástica, Remance:

- Brecha con fragmentos de madera carbonizada dentro de la serie piroclástica.
- Brecha con fragmentos grandes en la base de la serie piroclástica; contiene fragmentos del domo y escasos fragmentos silicificados.

Esto sugiere que mucha de la variabilidad en el contenido de sílice es el resultado de la alteración propilítica regional que afecta toda la zona.

El minado en Remance es por métodos subterráneos. Otras vetas subverticales en Remance son las de Santa Rosa y Consuelo. Estas vetas afloran a lo largo de un kilómetro aproximadamente y la veta principal aflora por alrededor de tres (3) kilómetros.

La silicificación es fuerte a lo largo de la veta principal y en las brechas del conducto hidrotermal adyacentes a la veta. En las operaciones de minado se explota cuarzo bandeado crustiforme de la veta junto con brechas con sulfuros del conducto hidrotermal. Brechas de conducto similares se encuentran a lo largo de fallas en Alto de la Mina en el depósito de Santa Rosa.

La veta principal tiene en espesor promedio dos (2) metros y contiene cuarzo lechoso y cristalino, ocasionalmente también cuarzo amatista. El oro se presenta como pequeñas inclusiones dentro de la pirita y marcasita, así como en forma de oro libre, diseminado dentro del cuarzo.

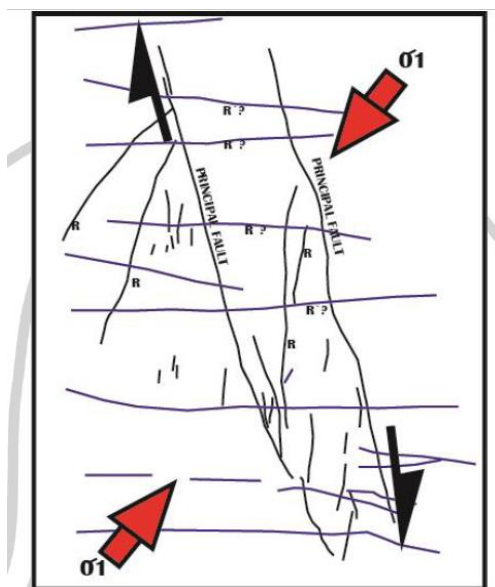
Como minerales accesorios se encuentran pequeñas cantidades de calcopirita, esfalerita, galena y arsenopirita, siendo los valores de metales base generalmente bajos. En cambio, en el mineral de Remance se encuentran valores elevados de Au, Ag y As, junto con cantidades anómalas de As, Sb y localmente Hg.

### 6.1.2.2 Geología estructural.

Los datos estructurales de la Veta Huaty, tomados en campo, corroboran su rumbo noreste y su buzamiento sub-vertical; de igual forma datos estructurales tomados en las vetas: Principal, San Fernando y Dorita corroboran un rumbo noreste y buzamientos sub-verticales. Un dato estructural tomado en la Veta Santa Rosa confirman que la dirección de un ramal de esta falla con rumbo noreste y buzamiento vertical; lo mismo sucede en el sector de Tullido donde un dato estructural confírmala dirección de ramales con rumbo noreste y buzamiento vertical. El rumbo noreste de las Vetos Huaty y Baltazar (ramales al norte de la veta Principal), y el rumbo NNE de las vetas San Fernando y Ramal Principal (ramales al sur de la Veta Principal) sugieren un posible sistema de fallas dextral.

En forma general en la zona de estudio, se observó cuatro sistemas estructurales predominantes: NNO, N-S, NE, E-W. Los tres primeros son los que controlan las vetas y venillas hidrotermales, mientras que el sistema E-W es esencialmente tectónico y no contiene mineralización. Ver figura siguiente.

Figura 6.5. Interpretación estructural del sistema de vetas del proyecto Greenfield Mining.



Fuente: Promotor. Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

Las vetas son de extensión y profundización hectométricas y potencias decimétricas a métricas; aunque mayormente van desde los 0.3 m hasta 1.2 m aproximadamente. Están constituidas por cuarzo, desde lechoso hasta hialino, con alguna presencia esporádica de amatista, como es el caso de la Veta Huaty. Las principales texturas son: brechadas, bandeadas y masivas; también se encuentra: drusas y geodas; presencia de hidróxidos de hierro, hidrohematitas, jarosita y limonitas; en ocasiones y en menor proporción se observa sulfuros, principalmente en la zona norte del Proyecto.

Varias veces para el reconocimiento de las vetas, se ha tenido que realizar desbroces y zanjas, como la que se muestra en la figura.

Por la disposición de las estructuras, se infiere que las vetas se han emplazado por apertura y cizallamiento, principalmente horizontal, generando un sistema estructural tipo Riedel, con esfuerzo principal NE-SW.

Foto 6.3. Trabajo de reconocimiento toma de muestras, de datos estructurales y mineralógicos-textuales de la Veta Huaty.



Fuente: Samuel Canchaya.

### **6.1.2.3 Alteraciones.**

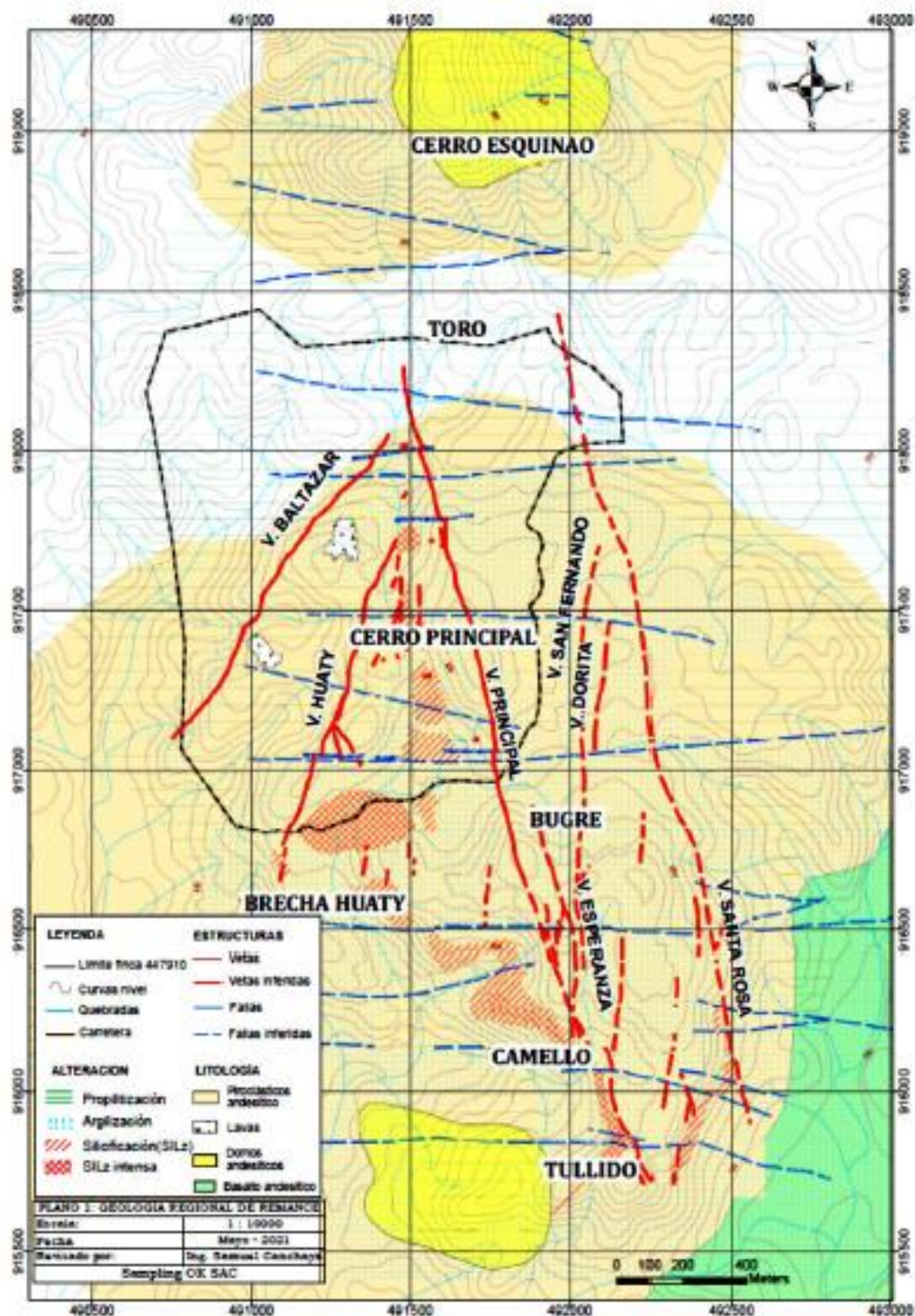
La alteración más extensa es la argílica, seguida de la propilítica; sin embargo, la alteración más importante es la silícea; la cual, en base a su intensidad se ha dividido en dos (2) tipos (Figura 6.7): silicificación fuerte y moderada. Las zonas delimitadas como "silicificación fuerte" ocurren en la parte sur de la de la Veta Principal y de la zona de estudio; son franjas elongadas de unos 400 metros de largo, con orientación de NNO a NO, y potencias de hasta 50 metros. La franja silícea moderada se encuentra principalmente en el lado occidental de la Veta Principal.

En la zona norte del proyecto Greenfield Mining, se observa los siguientes tipos de alteración hidrotermal:

- Silicificación fuerte, presente cerca del límite N-S, principalmente como brechas hidrotermales con clastos angulosos entimétricos y matriz silícea.
- Silicificación débil, presente al oeste de la veta principal, alterando a la porfirita de matriz violeta.
- Argilización, restringida a los halos de las estructuras mineralizadas con halos decamétricos.
- Alteración ácida, denominada así a halos de las estructuras mineralizadas y que se presenta en manera de parches, disseminaciones y venilleos, preferentemente en dirección norte – sur, acompañada de limonitas e hidrohemitas.

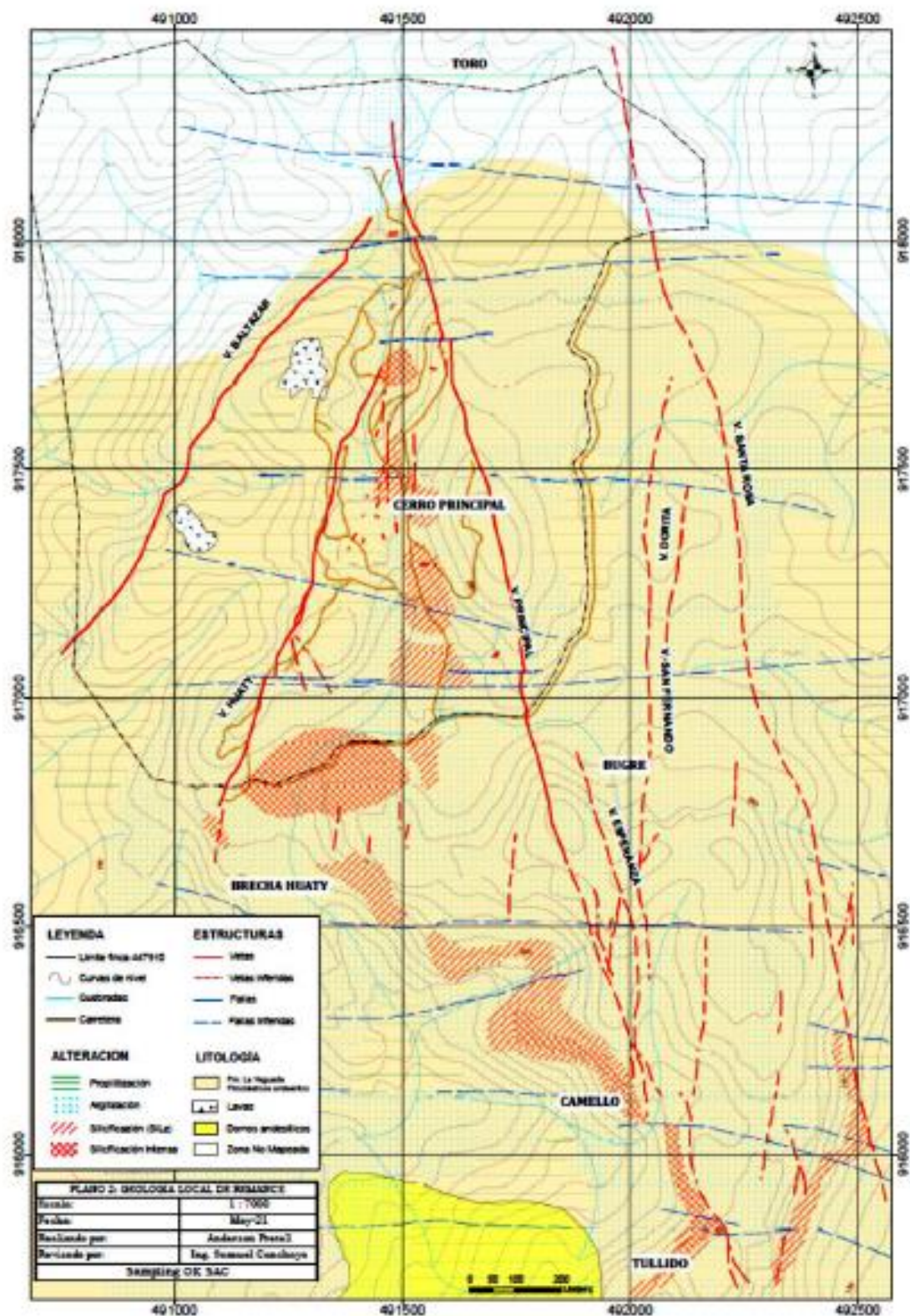


Figura 6.6. Vetas área de influencia directa e indirecta.



Fuente: Samuel Canchaya.

Figura 6.7. Vetas área de influencia directa e indirecta.



Fuente: Samuel Canchaya.

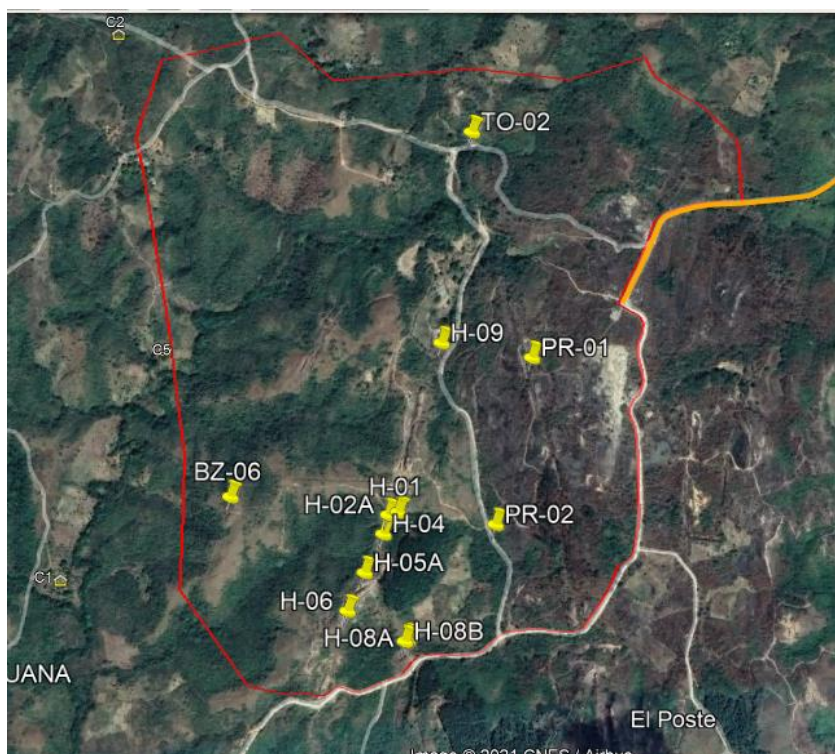


### 6.1.2.3 Mineralización.

La mineralización dominante del proyecto, es del tipo de "oro en óxidos", que ocurre principalmente en vetas y vetillas de cuarzo y diseminado. Ocasionalmente se ha observado presencia de sulfuros, sobre todo en las labores más profundas.

La Veta Principal, desde la zona de Toro (N) hasta la zona de Tullido (S) tiene una longitud promedio de 3 Km, rumbo NNW y buzamiento sub-vertical (ver Plano 3); según Valverde (2020) esta veta tendría una potencia promedio de 2m. Esta veta, en esencia, es una veta de cuarzo, de diferentes tipos: cuarzo lechoso, cristalino y ocasionalmente cuarzo amatista; acompañado algunas veces de pirita, hidróxidos de Fe, hidrohematita y jarosita; en menor proporción ocurren otros sulfuros, como: calcopirita, esfalerita, galena, etc.; no se ha reconocido ningún mineral argentífero, lo cual es congruente con sus bajas leyes en los análisis químicos.

Figura 6.8. Puntos de extracción de muestras para análisis de mineralización dentro del área del proyecto.



Fuente: Datos proporcionados por el Promotor, Google Earth.

**Cuadro 6.1. Puntos de muestreo para análisis de mineralización. Estudios microscópicos.**

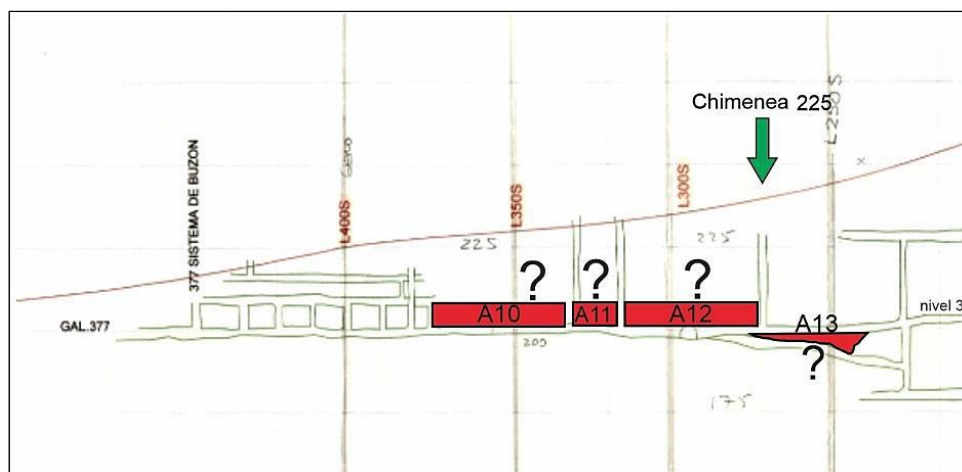
N°	Código	Este	Norte	Cota	Veta
1	BZ-06	490894	917259	201	Baltazar
2	H-01	491310	917222	225	Huaty
3	H-02A	491285	917215	228	Huaty
4	H-04	491273	917168	239	Huaty
5	H-05A	491227	917072	237	Huaty
6	H-06	491185	916977	231	Huaty
7	H-08A	491334	916907	208	Huaty
8	H-08B	491327	916902	211	Huaty
9	H-09	491416	917641	225	Huaty
10	PR-01	491640	917605	257	Principal- Cerro Principal
11	PR-02	491551	917192	228	Cerro Principal
12	TO-02	491490	918163	200	Principal – Zona El Toro.

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

#### **a. Veta Principal – Zona Central**

La zona central de la Veta Principal, comprende el cerro denominado por el mismo nombre: Cerro Principal; se sabe que ésta ha sido la zona más trabajada en años anteriores por diversas compañías. Se tiene una sección longitudinal que indica hasta seis (6) niveles de minado, incluso hasta una rampa; sin embargo, aún quedan varios bloques de mineral que no fueron minados. La siguiente figura muestra las labores subterráneas de acceso a los bloques de mineral que están todavía intactos, listos para ser explotados.

Figura 6.9. Sección longitudinal de Veta Principal, sector Cerro Principal.



Fuente: Samuel Canchaya.

En la zona central se tomó directamente de la veta, la muestra PR-01; mientras que, de una zona aledaña de la roca de caja se tomó la muestra PR-02.

La veta se muestra como una brecha hidrotermal silícea, fragmento – soportada, poimítica, con fragmentos sub-milimétricos a centimétricos, sub-redondeados a sub-angulosos de cuarzo hialino y gris; en una matriz de cuarzo lechozo, algo porosa; presenta impregnación de jarosita, hidróxidos de Fe, hidrohematita, limonitas y escasas arcillas candíticas (del grupo del caolín). La tinción por feldespatos potásicos resultó negativa.

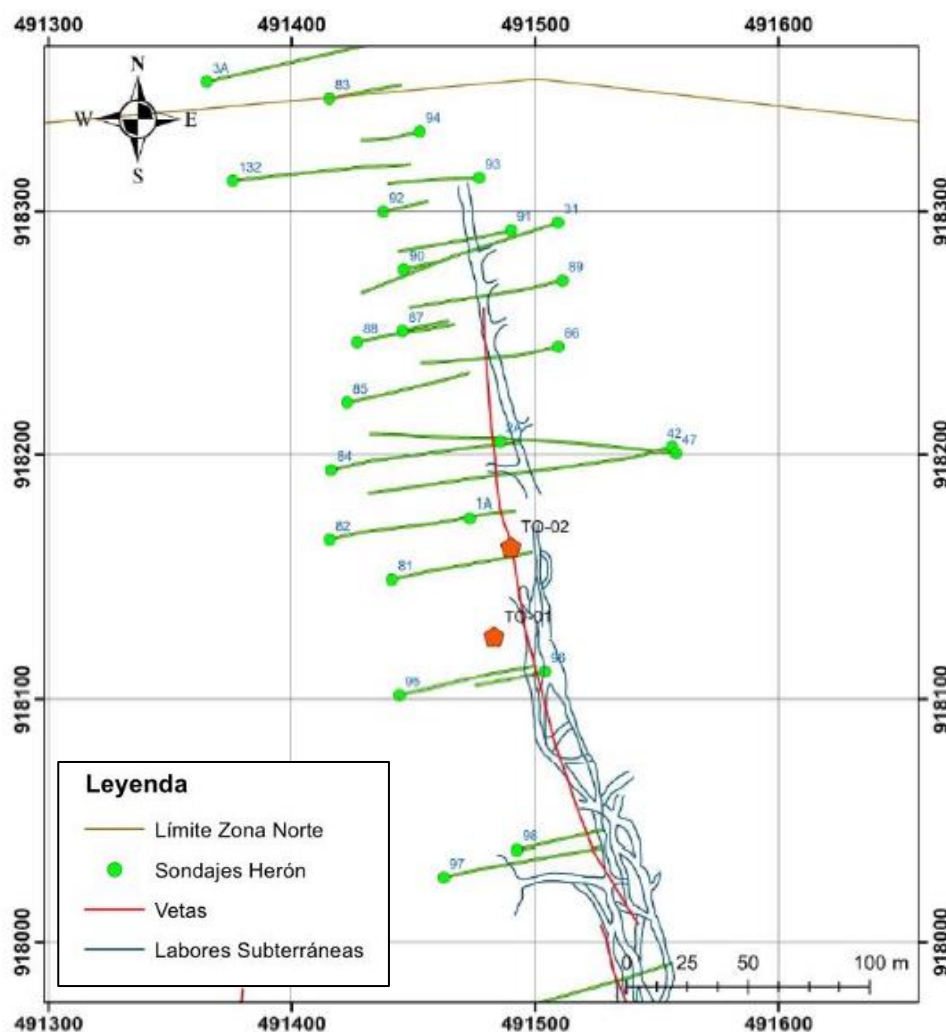
La roca de caja es una porfírita muy alterada (muestra PR-02), de matriz afanítica cuarzo-arcillosa, de color blanquecino, con abundantes moldes de fenocristales, probablemente plagioclasas, pseudomorfizadas por arcillas; se observa pigmentación pardusca de varios puntos aislados, compuestos por hidróxidos de Fe, probablemente a partir de pirita diseminada.

#### **b. Veta Principal – Zona Toro.**

El Cerro Toro, se ubica en la zona norte de la propiedad, al norte del Cerro Principal. El plano de la figura siguiente, muestra la extensión de la Veta Principal, en la zona

Toro, que se inicia aproximadamente, a partir de la línea 918100 N hacia el norte; vale decir desde el collar del taladro histórico 96, y llega hasta la del taladro 93.

Figura 6.10. Extensión de Veta Principal.

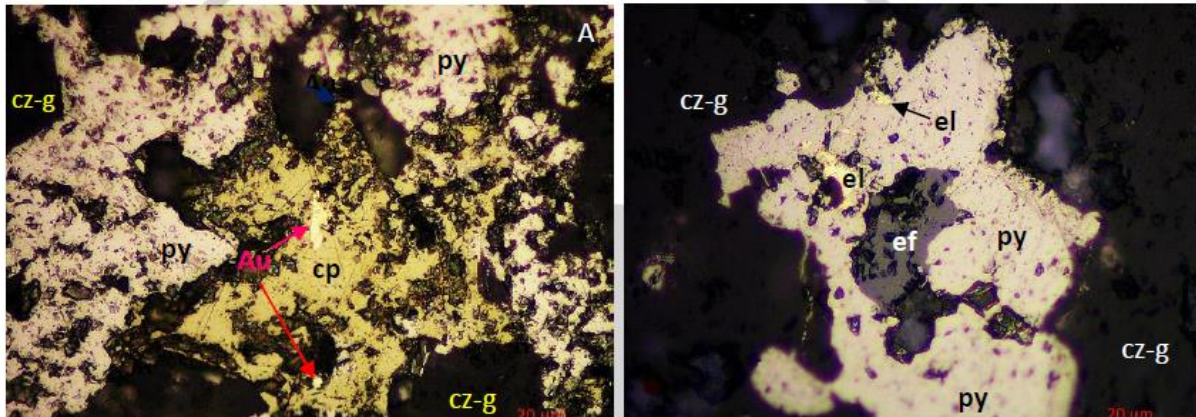


Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

La estructura mineralizada es una veta sub-vertical con potencias variables (promedio de 0.95 m). El estilo de mineralización es relativamente diferente a la de otras zonas; presentando mayor contenido de sílice y sulfuros, además la roca de caja observada en las labores subterráneas es más competente. La muestra TO-01 arrojó una ley de oro de 8.77 g/t, consiste en una brecha silíceas que presenta abundante cantidad de cuarzo masivo, cuarzo algo fibroso y sílice amorfa, con pirita subordinada. Bajo el microscopio se identifica la escasa presencia de: marcasita, calcopirita, cobregreses y

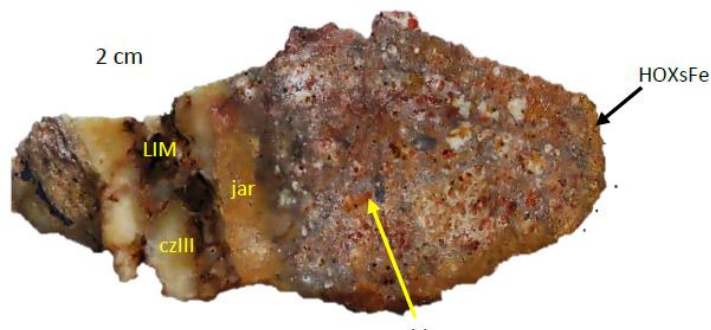
oro nativo (Au) de 2 a 6  $\mu$  de diámetro promedio; también se identificó electrum de 2 a 7  $\mu$  de diámetro promedio.

Figura 6.11. Muestra TO-01. Fotomicrografías en luz reflejada y nícoles paralelos, mostrando la ocurrencia de oro nativo.



Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

Figura 6.12. Galleta de muestra.



Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

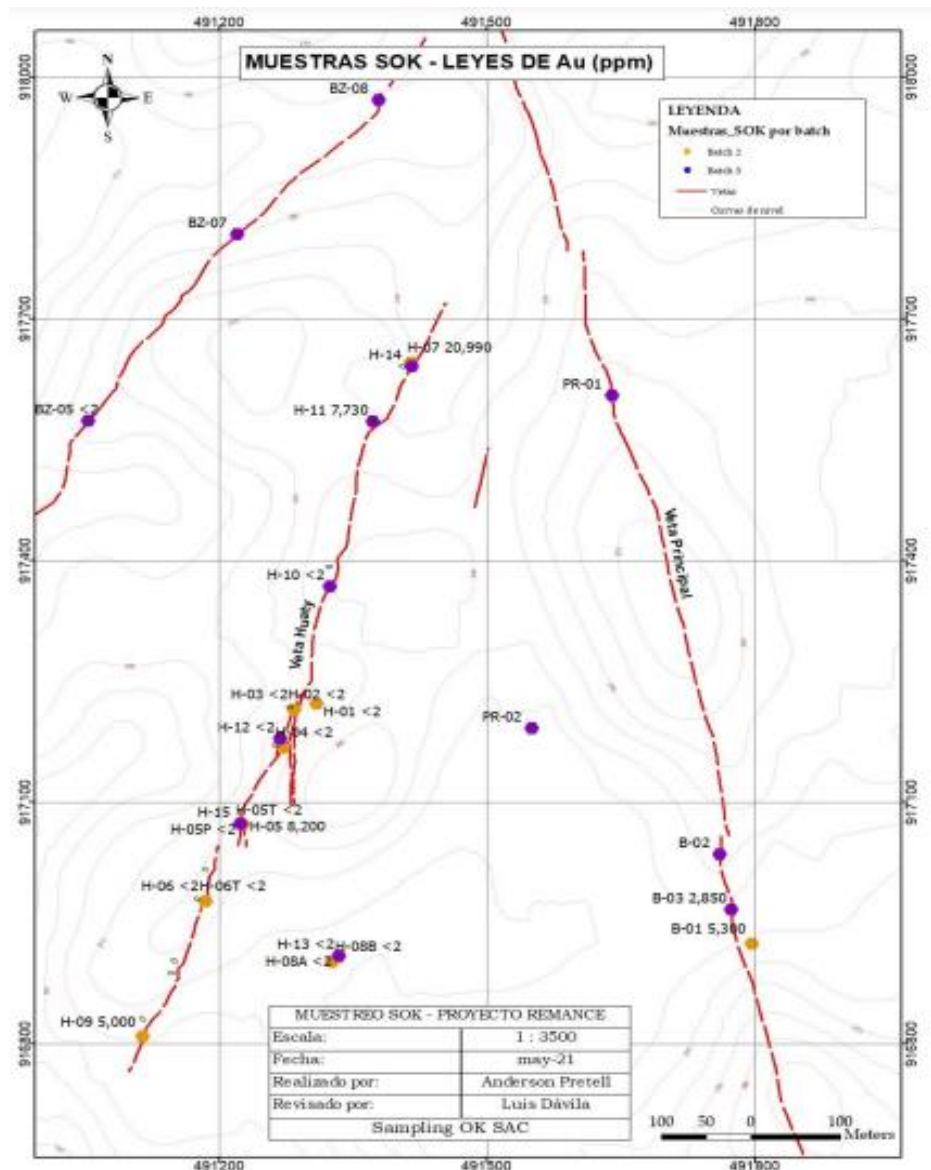
Se observa microbrecha porosa, con presencia de hidrohematita, jarosita e hidróxidos de hierro. A la izquierda, vénulas de cuarzo lechoso (cz-III), conimpregnación de limonitas (LIMs) y jarosita (jar).



### c. Veta Huaty.

La Veta Huaty, tiene aproximadamente una longitud de 1.2 Km, rumbo NE y buzamiento subvertical; por su estructura y posición espacial podría tratarse de un "split" tensional de la Veta Principal (Ver figura siguiente). A lo largo de toda la veta, se ha realizado a la fecha 37 perforaciones diamantinas, con un total de 2673 m. perforados.

Figura 6.13. Muestras a lo largo de la Veta Huaty.



Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

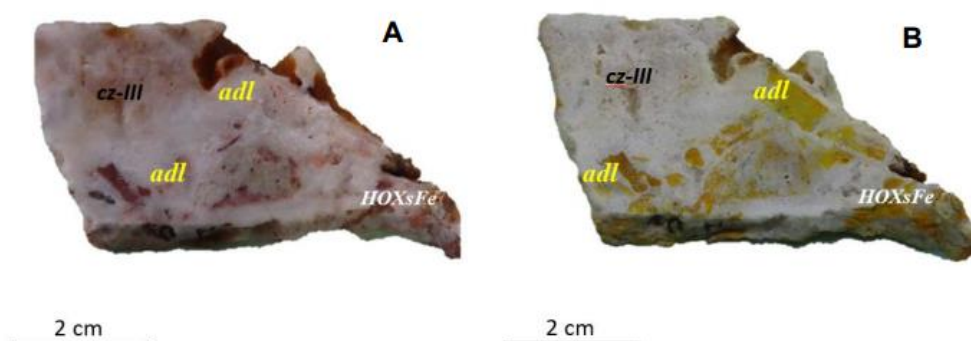
De esta veta el equipo especialista, tomó 21 muestras de campo ("Batch" 1: 2 muestras, "Batch" 2: 13 muestras y "Batch" 3: 6 muestras). Ver anexos.

En los estudios macroscópicos de dichas muestras, se ha encontrado mayormente: brechas hidrotermales silíceas, sílica masiva, porfiritas alteradas y brechas complejas. Se han reconocido diversos tipos de cuarzo: masivo lechoso, cuarzo hialino cristalizado y distintas fases de sílice; tanto en la matriz como en los fragmentos; además, minerales típicos de alteración ácida como: hidróxidos de hierro, hidrohematita, jarosita, disseminaciones de piritita, entre otros minerales.

La mayoría de las muestras tomadas a lo largo de la Veta Huaty, fueron sometidas a pruebas de tinción con solución de cobalto nitrito de sodio para verificar la presencia de adularia, mineral típico de vetas epitermales de baja sulfuración; muchas muestras dieron una reacción positiva.

Las muestras procedentes de esta veta son las que han arrojado los valores más altos de oro, entre todas las tomadas por el equipo; siendo el más alto el de la muestra H-07 (20.99 g/t Au); en esta muestra se ha reconocido también la presencia de adularia). Otras muestras con valores altos son: H\_0\_C\_V con 10.29 g/t y H\_01\_V con 10.46 g/t. En las muestras H-05 y H-09 , también se obtuvieron valores interesantes de oro.

Figura 6.14. Muestras obtenidas en Veta Huaty.



Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

Muestra H-07 del bath II. A. Galleta de roca de brecha de cuarzo lechozo masivo (czIII), con impregnaciones de hidróxidos de Fe (HOXsFe) pardos. Se observa fragmentos milimétricos de color cremoso a pardo claro. B: La misma galleta de roca que en A, pero atacada con Co-nitrito de Na; mostrando reacción positiva para feldespato potásico; evidenciando la presencia de fragmentos sub-angulosos con adularia (adl).

#### 6.1.2.4 Análisis Instrumental.

El presente ítem tiene la finalidad de presentar de manera ordenada y detallada todo y cada uno de los análisis que se realizaron, en un total de 84 muestras disponibles de la zona de estudio.

Cuadro 6.2. Total de muestras por "Batch" del proyecto Greenfield Mining.

BATCH	ANÁLISIS QUÍMICO	ANÁLISIS MACROSCÓPICO	ANÁLISIS MICROSCÓPICO	TOTAL	FECHA
Bach 1	4	4	4	12	Enero 2020
Bach 2	15	11	3	29	Marzo 2020
Bach 3	7	14	10	31	Febrero 2021
TOTAL	26	29	17	72	

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

El "Batch" 01 corresponde a especímenes tomados por equipo especialista en el mes de enero del 2020. El "Batch" 02 está comprendido por las muestras tomadas por el equipo SOK; de las cuales, a 15 muestras se les realizó análisis químico, a 11 el análisis macroscópico y a las restantes 03 muestras el análisis de microscopia óptica; todo ello en el mes de marzo del 2020. Finalmente, el "Batch" 03 contiene un total de 15 muestras que fueron muestreadas y analizadas por SOK (SAMPLING OK S.A.C) en el mes de febrero del 2021; 7 con análisis químicos, 14 con análisis macroscópicos y 10 con estudios microscópicos.

En el siguiente cuadro se muestran los códigos de las muestras que componen el "Batch" 1.



**Cuadro 6.3. Muestras del Batch 1.**

N°	Código	Zona	Análisis Químico	Estudio Macroscópico	Estudio Microscópico.
1	B_04_V	Veta Baltazar	SÍ	SÍ	SÍ
2	C_366_01_v	Rampa 366	SÍ	SÍ	SÍ
3	H_0_C_V	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ
4	H_01_V	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

En el siguiente cuadro se muestran los códigos de las muestras que componen el "Batch" 2.

**Cuadro 6.4. Muestras del Batch 2.**

N°	Código	Zona	Análisis Químico	Estudio Macroscópico	Estudio Microscópico.
1	H-01	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
2	H-02	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
3	H-02 A	Veta Huaty	NO	SÍ	NO
4	H-02 B	Veta Huaty		SÍ	SÍ
5	H-03	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
6	H-04	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
7	H-05 A	Veta Huaty		SÍ	NO
8	H-05 B	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
9	H-05	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
10	H-05 P	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
11	H-05 T	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
12	H-06	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
13	H-06 T	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
14	H-07	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ
15	H-08 A	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
16	H-08 B	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
17	H-09	Veta Huaty	SÍ	SÍ	NO
18	TO-01	Veta Principal Zona Toro	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

En el siguiente cuadro se muestran los códigos de las muestras que componen el "Batch" 3.

Cuadro 6.5. Muestras del Batch 3.

N°	Código	Zona	Análisis Químico	Estudio Macroscópico	Estudio Microscópico.
1	TO-02	Veta Principal Zona Toro	NO	SÍ	NO
2	PR-01	Veta Principal Cerro Principal	NO	SÍ	NO
3	PR-02	Veta Principal Cerro Principal	NO	SÍ	NO
4	BZ-05	Veta Baltazar	SÍ	SÍ	SÍ
5	BZ-06	Veta Baltazar	SÍ	SÍ	NO
6	BZ-07	Veta Baltazar	NO	SÍ	SÍ
7	BZ-08	Veta Baltazar	NO	SÍ	SÍ
8	H-10	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ
9	H-11	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ
10	H-12	Veta Huaty	SÍ	NO	NO
11	H-13	Veta Huaty	SÍ	SÍ	SÍ
12	H-14	Veta Huaty	NO	SÍ	SÍ
13	H-15	Veta Huaty	NO	SÍ	SÍ
14	B-02	Veta Baltazar	NO	SÍ	SÍ
15	B-03	Veta Baltazar	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

### 6.1.2.5 Análisis Químicos en minerales.

Un total de 39 muestras fueron tomadas y analizadas por la empresa Sampling OK S.A.C, especialistas en minerales, en donde se tomaron más de un espécimen por veta. En el análisis químico se estudiaron los siguientes elementos: oro, plata, arsénico, antimonio, carbono, mercurio y azufre.

El análisis del oro se realizó por ensayo al fuego y terminación con absorción atómica (AAS). También se realizó análisis químicos de Au del tipo retalla: fracción fina (-#140)

y fracción gruesa (+#140); así como análisis de oro cianurable (AuCN). En el cuadro siguiente, se presenta los detalles de todos los análisis químicos, código de servicio, método y descripción de cada tipo de análisis realizado.

Cuadro 6.6. Tipos de análisis químico.

Elemento	Código de Análisis	Método	Descripción
Au	G0014	IC-EF-10	Muestras de exploración geoquímica: Análisis de oro por ensayo al fuego-AAS.
Au + 140 (Ponderado) *	G0015	IC-EF-16	Análisis de muestras geoquímicas, determinación de oro por retalla. Fracción gruesa.
Au + 140 (Ponderado) *	G0015	IC-EF-16	Análisis de muestras geoquímicas, determinación de oro por retalla. Fracción fina.
Au + 140 (Ponderado) *	G0015	IC-EF-16	Análisis de muestras geoquímicas, determinación de oro por retalla. Oro total.
Au CN*	G0110	IC-VH-122	Menas: Análisis Multielemental por AAS - Oro cianurable.
Ag	G0002	IC-VH-13	Muestra Tipo Menas: Análisis multielemental por AAS - digestión multiácida (HF, HClO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> y HCl).
As*	G0343	IC-VH-13	Muestra Tipo Menas: Análisis multielemental por AAS - digestión multiácida (HF, HClO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> y HCl).
Sb*	G0087	IC-VH-13	Muestra tipo menas: Análisis multielemental por AAS - digestión multiácida (HF, HClO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> y HCl).
C (t)	G0024	C-AA-CIS18	Muestras Tipo Menas: Determinación de Carbono Total -Rev. 10/2018 (Validado).
Hg	G0137	IC-VH-31	Muestras de Exploración Geoquímica Determinación de Hg por Arrastre de Vapor Frio Digestión HNO <sub>3</sub> y HCL Rev. 10/2019 (Validado).
S (t)	G0084	IC-AACIS-18	Muestras Tipo Menas: Determinación de Azufre Total - Rev. 10/2018 (Validado).

Fuente: Samuel Canchaya. SAMPLING OK S.A.C. (SOK).

Del total de las muestras analizadas, hay seis (6) muestras con contenido de oro mayores a 4 g/t Au; llegando hasta los 20.99 g/t Au, en el caso de la muestra H-07 de la Veta Huaty, veta donde se han encontrado los mejores valores de oro.

Se reporta cinco (5) muestras con recuperaciones mayores al 75 % (AuCN). El oro grueso, indicado por los resultados por encima de la malla 140 (106  $\mu$ ) no pasa del 10% y en promedio 4 %; por lo que no se tendrá mayormente problemas de platinado,

ni afectaciones en el proceso de cianuración industrial; tampoco será necesario instalar concentradores gravimétricos.

Las vetas de proyecto prácticamente no contienen plata; sólo una muestra dio un resultado por encima del límite de detección (LDD): 20 ppm para la muestra H-07, ver resultados en Anexo 11.

Los contenidos de arsénico son bajos, en promedio 400 ppm, con 10 muestras por debajo del LDD; llegando a un máximo de 1600 ppm en la muestra SF-02, ver resultados en Anexo 11.

El antimonio está prácticamente ausente, con sólo tres valores significativos (> de 200 ppm).

El carbono tiene muy bajos contenidos, en promedio 500 ppm; pero de todas maneras es recomendable realizar pruebas metalúrgicas para descartar la posible pérdida de oro por el proceso.

Respecto al contenido de mercurio, se tiene en promedio 0.54 ppm; en la muestra TO-01 (Toro), que es la muestra con la mayor presencia de sulfuros, principalmente pirita; la mitad de las muestras no pasan de 0.30 ppm; tampoco se muestra una relación entre el Au y el Hg, lo cual es favorable para el proceso industrial.

Respecto al contenido de azufre, se tiene en promedio un bajo contenido (0.26%), siendo el máximo 1.42% reportado en la muestra H-4 de la Veta Huaty. Las otras dos muestras con los más altos contenidos de azufre son: H-13 (Huaty), que muestra núcleos relícticos de sílice gris, por la presencia de micro-diseminación de sulfuros y TO-01 (Toro), que es la que tiene la mayor presencia de sulfuros, principalmente pirita.

Cuadro 6.7. Resultados de los análisis químicos.

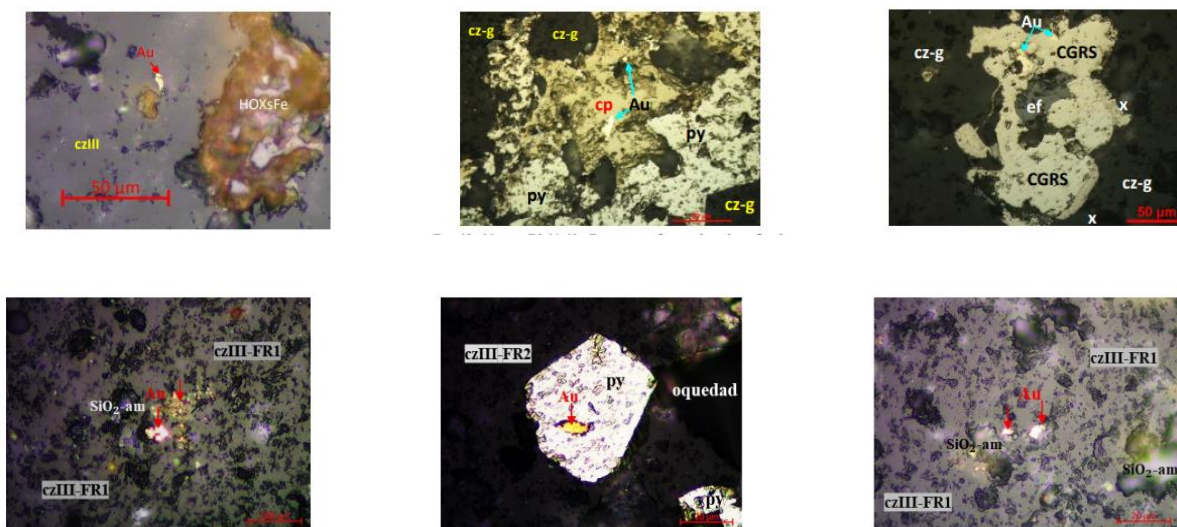
N°	CÓDIGO DE MUESTRA	Análisis Químico												
		Au	Au +140 Ponderado	Au grueso	Au -140 Ponderado	Au Total Ponderado	AuCN	Extracción	Ag	As	Sb	C tot	Hg	S tot
		ppm	g/t	%	g/t	g/t	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm	%
1	SRN_03_V	1.752					0.72	41.10	<10	0.01	<0.01		0.07	0.03
2	B_04_V	0.307					0.26	84.69	<10	0.03	<0.01		0.38	0.01
3	H_01_V	10.46					3.50	33.46	<10	<0.01	<0.01		0.47	<0.01
4	H_02_V	10.29					6.49	63.07	<10	0.02	<0.01		0.48	0.05
5	C_366_01_V	1.216					0.78	64.14	<10	0.07	<0.01		0.99	0.18
6	ME_Los Molinos_T	0.138							<10	<0.01	<0.01		0.03	<0.01
7	ME_SR_Oeste_T	0.123							<10	<0.01	<0.01		0.43	<0.01
8	366-B	<2.0	<0.005		0.05	0.050	0.05	100.00	<10	0.1	<0.01	0.03	0.91	0.01
9	B-01	5.300	0.119	2.15	5.406	5.525	4.55	82.35	<10	0.01	<0.01	0.03	0.1	0.03
10	BA-01	2.970	0.080	2.67	2.919	2.999	2.40	80.03	<10	0.08	0.02	0.03	0.41	<0.01
11	DO-01	<2.0	0.007	2.50	0.273	0.28	0.12	42.86	<10	<0.01	<0.01	0.04	0.02	0.17
12	H-01	<2.0	<0.005		0.081	0.081	0.08	98.77	<10	0.01	<0.01	0.08	0.28	0.01
13	H-02	<2.0	<0.005		0.299	0.299	0.14	46.82	<10	0.01	<0.01	0.04	0.27	0.01
14	H-03	<2.0	0.006	3.33	0.174	0.18	0.18	100.00	<10	0.01	<0.01	0.12	0.21	0.02
15	H-04	<2.0	0.048	8.59	0.511	0.559	0.24	42.93	<10	0.02	<0.01	0.02	0.17	1.42
16	H-05	8.200	0.118	1.41	8.277	8.395	2.19	26.09	<10	<0.01	<0.01	0.02	0.69	<0.01
17	H-05-P	<2.0	0.011	1.40	0.776	0.787	0.40	50.83	<10	0.01	<0.01	0.03	0.76	<0.01
18	H-05-T	<2.0	0.007	2.66	0.256	0.263	0.20	76.05	<10	0.01	<0.01	0.05	0.18	<0.01
19	H-06	<2.0	0.021	2.57	0.795	0.816	0.42	51.47	<10	0.02	<0.01	0.02	0.13	0.06
20	H-06-T	<2.0	0.005	3.01	0.166	0.166	0.16	96.39	<10	0.02	<0.01	0.08	0.14	<0.01
21	H-07	20.99	0.840	3.97	20.321	21.161	6.02	28.45	20	<0.01	<0.01	0.05	0.4	0.09
22	H-08-A	<2.0	<0.005		0.049	0.049			<10	<0.01	<0.01	0.02	0.04	0.6
23	H-08-B	<2.0	<0.005		0.048	0.048			<10	<0.01	<0.01	0.04	0.04	0.22
24	H-09	5.000	0.491	9.61	4.618	5.109	1.75	34.25	<10	<0.01	<0.01	0.04	0.09	0.01
25	SF-01	4.100	0.076	1.69	4.425	4.501	2.58	57.32	<10	<0.01	<0.01	0.03	0.15	0.08
26	SF-02	<2.0	0.052	2.84	1.781	1.833	1.63	88.93	<10	0.16	0.03	0.06	1.8	0.15
27	SR-01	<2.0	0.029	3.45	0.812	0.841	0.60	71.34	<10	0.01	<0.01	0.08	0.07	<0.01
28	SR-02	<2.0	<0.005		0.215	0.215	0.18	83.72	<10	0.03	<0.01	0.06	0.74	0.07
29	SR-03	<2.0	0.010	1.63	0.604	0.614	0.52	84.69	<10	0.03	<0.01	0.04	0.72	0.18
30	T-01	<2.0	0.059	3.83	1.483	1.542	1.19	77.17	<10	0.04	<0.01	0.03	0.62	0.11
31	T-02	<2.0	0.007	2.41	0.284	0.291	0.26	89.35	<10	0.15	0.02	0.04	0.23	0.01
32	TD-01	8.770	0.369	4.21	8.396	8.765	5.89	67.20	<10	0.08	<0.01	0.09	4.5	0.97
33	B-03	2.850					2.08		<11	0.03	<0.01		2.13	0.07
34	H-10	<2.0					0.32		<12	0.04	<0.01		0.97	0.06
35	H-11	7.730					3.22		<13	0.02	<0.01		1.13	0.24
36	H-12	<2.0					0.38		<14	<0.01	<0.01		0.22	0.17
37	H-13	<2.0					<0.05		<15	<0.01	<0.01		0.03	1.04
38	BZ-05	<2.00					0.13		<16	0.03	<0.01		0.4	0.02
39	BZ-06	<2.00					0.52		<17	0.11	<0.01		1.63	0.07

Fuente: Laboratorio CERTIMIN. Perú.

### **Resumen de resultados obtenidos.**

El oro nativo se ha reconocido en las siguientes muestras: H\_0C-V, H\_02B, H\_01\_V, H-11 y H14 de la Veta Huaty y TO-01 de la Veta Principal-Zona Toro. La Lámina III en Anexos, muestra las mejores ocurrencias del oro nativo en las muestras estudiadas, que como se observa son de granulometría fina: micro- a decamicrométrica; siendo el grano más grande el observado en la muestra H\_01\_V, de unos  $35\mu$  de diámetro promedio. También se ha observado granos tan pequeños como de  $2 \times 5 \mu$ , como en el caso de la muestra H-02B. Estos resultados son completamente congruentes con los del análisis químico realizado por "retalla", en el cual la muestra que es previamente tamizada con malla 140, que equivale a  $106 \mu$ , se analiza por Au, tanto la fracción +140, como la fracción -140; en todas las muestras se obtuvo un bajo porcentaje (3.93% en promedio) de oro grueso ( $> 106\mu$ ), el cual nunca pasa del 10%.

Figura 6.15. Ocurrencia de Oro Nativo.



Fuente: Laboratorio CERTIMIN. Perú.- Promotor.

Al igual como en los estudios macroscópicos, en los estudios microscópicos también se ha observado la presencia mayoritaria de pirita, y en mucho menor proporción ocurren otros sulfuros, como: arsenopirita, calcopirita, cobregrires y esfalerita. Por otro lado, también se ha reconocido jarosita, la cual ocurre con frecuencia y a veces en

cantidades notables; por tal motivo la fuente principal del azufre se debe principalmente a pirita y jarosita. La pirita, cuando es un mineral inestable, es indeseable por ser consumidora de cianuro; mientras que la jarosita no; incluso es probable que sea portadora de oro.

También se ha reportado pirofilita en algunas muestras, la cual es también indicadora de ebullición.

#### **6.1.2.6 Geoquímica de suelos del área directa e indirecta del proyecto.**

Los métodos de interpolación utilizados fueron kriging ordinario y simulaciones (simulación condicionada Gaussiana), el software utilizado fue el GS+. El modelado de los variogramas fue realizado para cada elemento; se modeló tanto el variograma omnidireccional como el anisotrópico, para finalmente usar el variograma más robusto en cada caso.

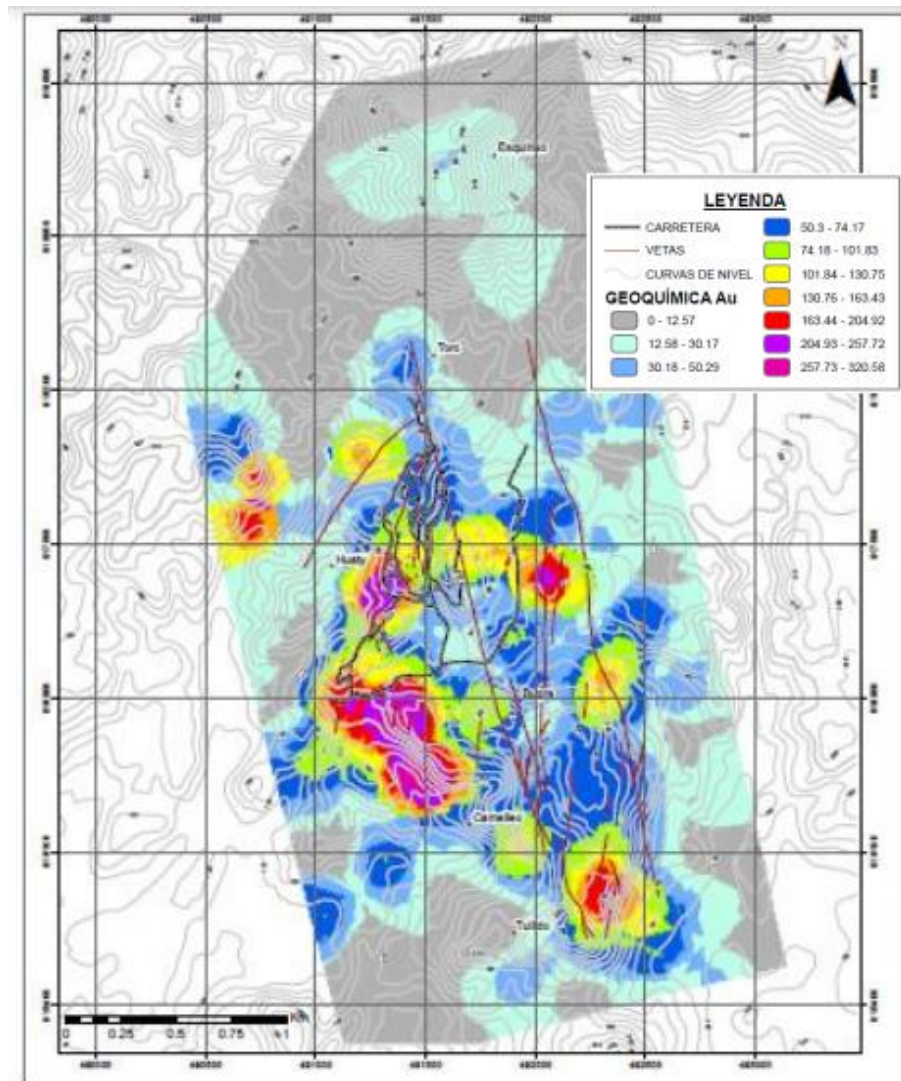
A continuación, las conclusiones más importantes de este análisis:

- a. El mapa de interpolación de Au (Figura siguiente) indica una anomalía importante al sur de Huaty, que ha permitido definir la denominada Brecha Huaty; dicha anomalía cae fuera de la finca en estudio. La segunda anomalía importante está entre el Cerro Tullido y el extremo sur de la Veta Santa Rosa; cuyo eje principal parece ser un Split discontinuo entre la Veta Principal y la Santa Rosa; esta anomalía también cae fuera de la finca en estudio. La tercera anomalía más importante se encuentra hacia el lado Este del Cerro Principal; básicamente entre las vetas San Fernando y Dorita.
- b. Hg y Sb muestran correlación hacia el Norte de Toro y ligeramente en Toro; también se observa una correlación algo fuerte a lo largo de la veta principal, entre Tullido y el Cerro Principal. Ambos elementos indican otras áreas anómalas de menor tamaño en otras zonas del área de estudio.
- c. Los mapas de interpolación de Au, Ag, Mo, As, Hg, Sb, Co, Mn, Cr, Ni y Zn presentan cierto nivel de similitud en ciertas áreas.



- d. El cobre y plomo tienen cierta correlación al Oeste de Camello y en la veta principal entre la parte de Camello y el Cerro Principal.
- e. La interpolación de valores para molibdeno indica una concentración interesante en el cerro Esquinao y en la parte Sur de la veta Santa Rosa.

Figura 6.16. Mapa de Interpolación de Au, mostrando una amplia anomalía de oro (Sur Veta Huaty).



Fuente: Promotor.



### **6.1.2.7 Potencial geológico de recursos.**

En el área del proyecto no se cuenta con información consistente para poder realizar una estimación de recursos con la rigidez necesaria. No se ha encontrado ninguna base de datos, tampoco testigos diamantinos, ni logueos geológicos; mucho menos los rechazos ni pulpas de las muestras con análisis químicos, por lo que sólo se realiza una Estimación del Potencial Geológico de Recursos. Incluso para lograr este objetivo, se realizó una serie de artificios para poder geo- referenciar leyes y otros resultados que se han encontrado en reportes y planos antiguos; principalmente de la empresa Heron Explorations.

Respecto a los taladros diamantinos, la descripción geológica es muy escasa y sólo figura de manera escueta en los archivos de leyes. Sólo se encontró data, por parte de la empresa promotora, con un resumen de las mejores intersecciones de cada uno de los taladros ("Drill intersection summary – 3 phases"). En ninguno de los casos se ha encontrado los resultados de las muestras de control (QC) ni mucho menos protocolos de aseguramiento de la calidad (QA).

Se tiene referencia de que en la zona se ha realizado hasta 121 taladros diamantinos, de diámetros entre BQ y HQ; así como 30 taladros RC; sin embargo, no se cuenta con los testigos, ni los logueos correspondientes. Sólo se poseen los datos de una buena parte de los taladros perforados por la empresa Heron: 96 datos de collares y 95 taladros con datos de "survey" y "assays"; los elementos que fueron analizados son los siguientes: Au, Ag, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Pb, Zn, Hg, As y Sb; sin embargo, en algunos casos solo se tiene leyes de oro.

Para la geoquímica de suelos de las zonas: Alakrán, Fifanero y Lastetas; cuenta con los siguientes elementos analizados: Au, Ag, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Pb, Zn, Hg, As y Sb. Estos elementos son analizados para algunas de las secciones de las vetas: Huaty, Principal, Toro y Tullido.

Con relación a las labores subterráneas, no se cuenta con levantamientos topográficos, ni planos geológicos, ni de muestreo subterráneo; mucho menos bloques

de cubicación que validen un potencial de recursos. Sin embargo, se tienen algunas leyes de muestreo de interior mina, pero sin ubicación geográfica específica.

Se puede concluir que los trabajos de minado fueron desarrollados sólo en la zona denominada Principal; de manera parcial en las zonas Toro, Tullido y Tres Hermanas; mientras que la Veta Huaty, se encuentra prácticamente intacta (Valverde, 2021).

La empresa Heron Explorations, entre los años 1998 y 2003, ha realizado estudios exploratorios, en un área de 10 Km<sup>2</sup>, por medio de perforaciones diamantinas, muestreos de trincheras y toma de muestras en galerías subterráneas; definiendo un potencial geológico importante; que se tiene que confirmar con estudios posteriores; los mismos que han sido planteados por los especialistas de SOK (Valverde, 2020 y 2021).

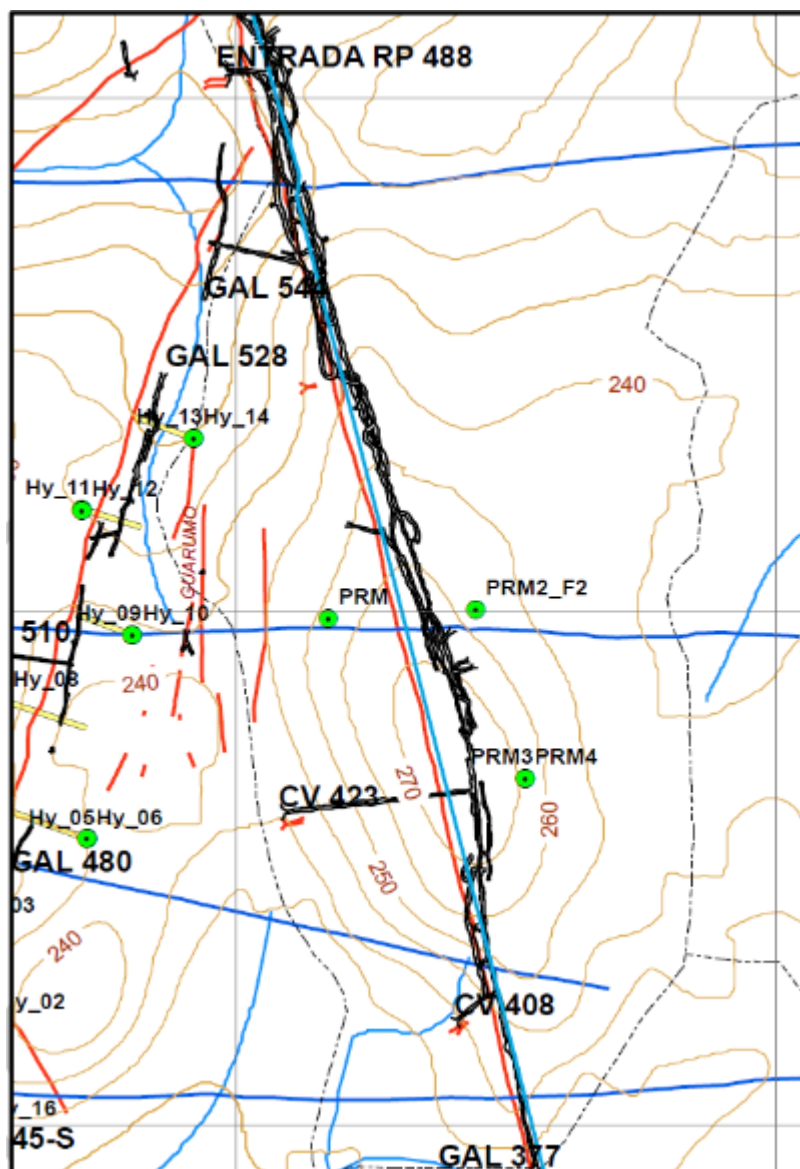
A continuación, se presenta una estimación del potencial geológico de recursos en el área de desarrollo.

**a) Recursos Veta Principal – Zona Cerro Principal.**

La Veta Principal, en su zona central (Cerro Principal), debido a su accesibilidad presenta la primera opción de minado subterráneo; además se ha comprobado la presencia de bloques de mineral aún no minados, ver sección 5: Actividad VI: Adecuaciones de labores subterráneas.

En la figura 6.19 se muestra la vista en planta de este tramo de la Veta Principal, consignando la proyección de las labores subterráneas; así como las principales labores de acceso prácticamente accesibles; destacando la corta-veta CV\_423 que comunica directamente con el Nivel 3, desarrollado sobre la Veta Principal.

Figura 6.17. Vista en planta de la Veta Principal en la Zona del Cerro Principal.



Fuente: Promotor

Se observa la proyección de las labores subterráneas; así como los principales accesos; siendo la cortaveta CV 423 la opción más viable de acceso, por la que llega directamente al Nivel 3.

En la sección 5, Actividad VI: Adecuaciones de labores subterráneas, se indican las otras posibilidades de acceso a los diferentes bloques remanentes, en las labores subterráneas de la Veta Principal. Sólo se considera el beneficio de los

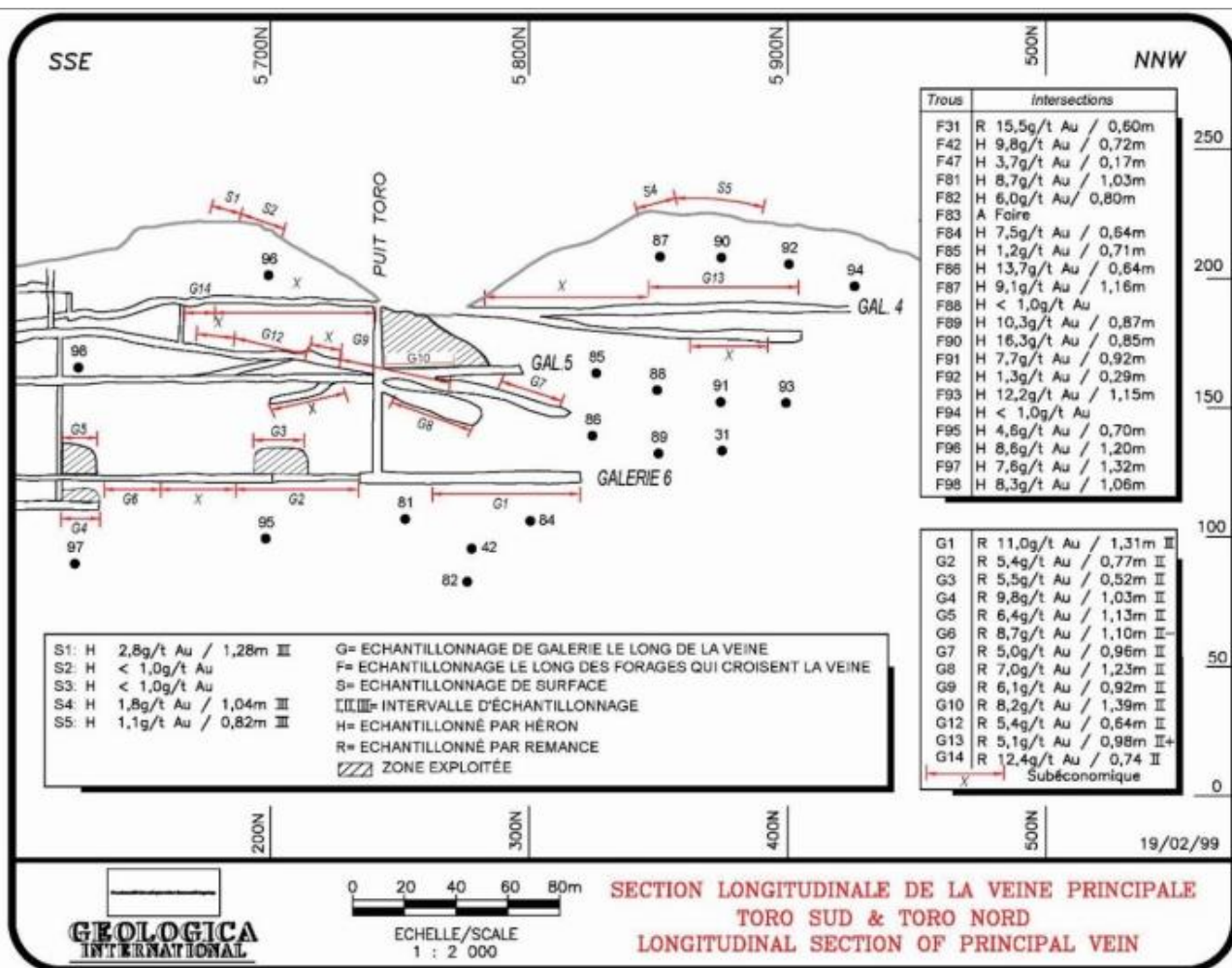
bloques que no han sido minados; aunque no se descarta el acceso a ciertos bloques, que se encuentran sujetos a análisis de factibilidad.

**b) Recursos Veta Principal – Zona Toro.**

La información de sondajes de Heron, en la zona Toro, indica un promedio de 0.72 gr/t de oro; mientras que, según un archivo histórico (Heron – Archivo Resources/pestaña "sommaire") la ley promedio de este tramo de la Veta Principal, es 4.8 ppm de Au. No se pudo utilizar data de muestras de corona; sin embargo, en algunas zonas de la veta (posibles "caballos"), se presume zonas de menor ley.

En la Figura 6.20. se observa una sección longitudinal de la Veta Principal, en la Zona Toro, obtenida de un archivo histórico de Heron. En ella se muestra las leyes de los puntos de intersección de la veta con los taladros, las leyes de los tramos muestreados en la corona de la veta; así como los resultados del muestreo en superficie. Las zonas ya minadas, se muestran achuradas y son pocas, por lo que se asume que los tramos del interior de la mina, representan el promedio ponderado de muestras tomadas en la corona; tampoco se conoce el método de muestreo aplicado en superficie.

Figura 6.18. Sección longitudinal de la Veta Principal - Zona Toro.



Fuente: Promotor, archivo histórico Heron.

Los puntos negros muestran la intersección de los sondajes con la veta y sus leyes se consignan en la tabla de la esquina superior derecha; mientras que las leyes de los tramos muestreados en corona (G1, G2, ... G14) se observan en la tabla de la parte inferior derecha. Los resultados del muestreo realizado en superficie se consignan en la tabla ubicada en la zona inferior (S1, S2, S3, S4). El mineral extraído se muestra achurado.

**c) Recursos Veta Huaty.**

En el Plano de la Figura 6.19. se muestra el afloramiento de la Veta Huaty, la cual está flanqueada hacia el occidente por la Veta Baltazar y al oriente por la Veta Principal. Adicionalmente, entre la Veta Huaty y la Principal se encuentra una más pequeña denominada Veta Guarumo, que también perforó Heron (taladros 64 y 65); Heron le asigna a esta veta un potencial de 9,500 TM, con una ley de 4.5 gr/TM.

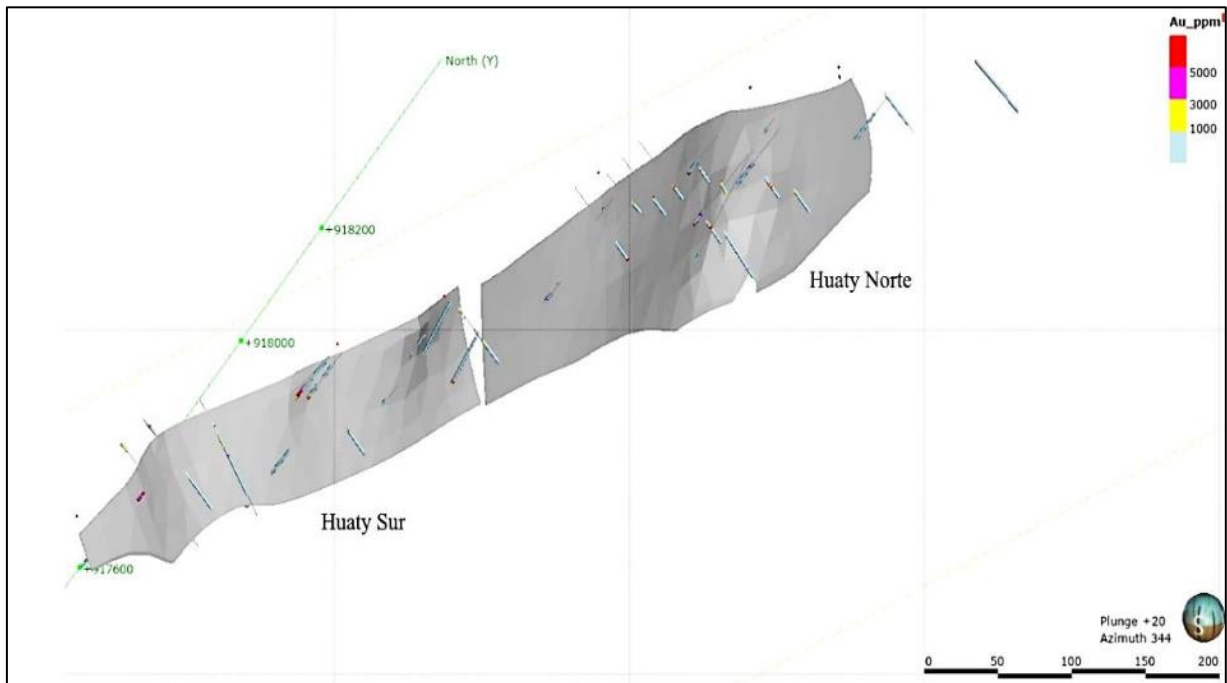
En la figura 6.19. se muestra el modelo de la Veta Huaty, como un cuerpo tabular de color gris, el mismo que ha sido generado usando la información de los sondeos históricos de Heron, seleccionando sólo los interceptos sobre 1 ppm de Au; las intersecciones de dichos taladros (en color verde) con la veta se muestran como puntos.

El promedio de ley de todos los tramos de los sondeos que atraviesan la Veta Huaty es de 0.642 ppm; sin embargo, luego de hacer el filtro para valores sobre 1 ppm, el promedio sube a 5.99 ppm.

Se ha dividido la Veta Huaty en dos (2) zonas, tomando como referencia la línea norte 917230 (ver Figura 6.20. y 6.21.); según la información histórica:

- Huaty Norte: Tiene una potencia de 0.69 m, con una ley promedio de 5 ppm.
- Huaty Sur: Tiene una potencia de 0.63 m (Fuente: "Other veins compilation"/Hoja Huaty Sur) con una ley promedio de 4 ppm.

Figura 6.19. Vista en perspectiva del cuerpo modelado para la Veta Huaty.

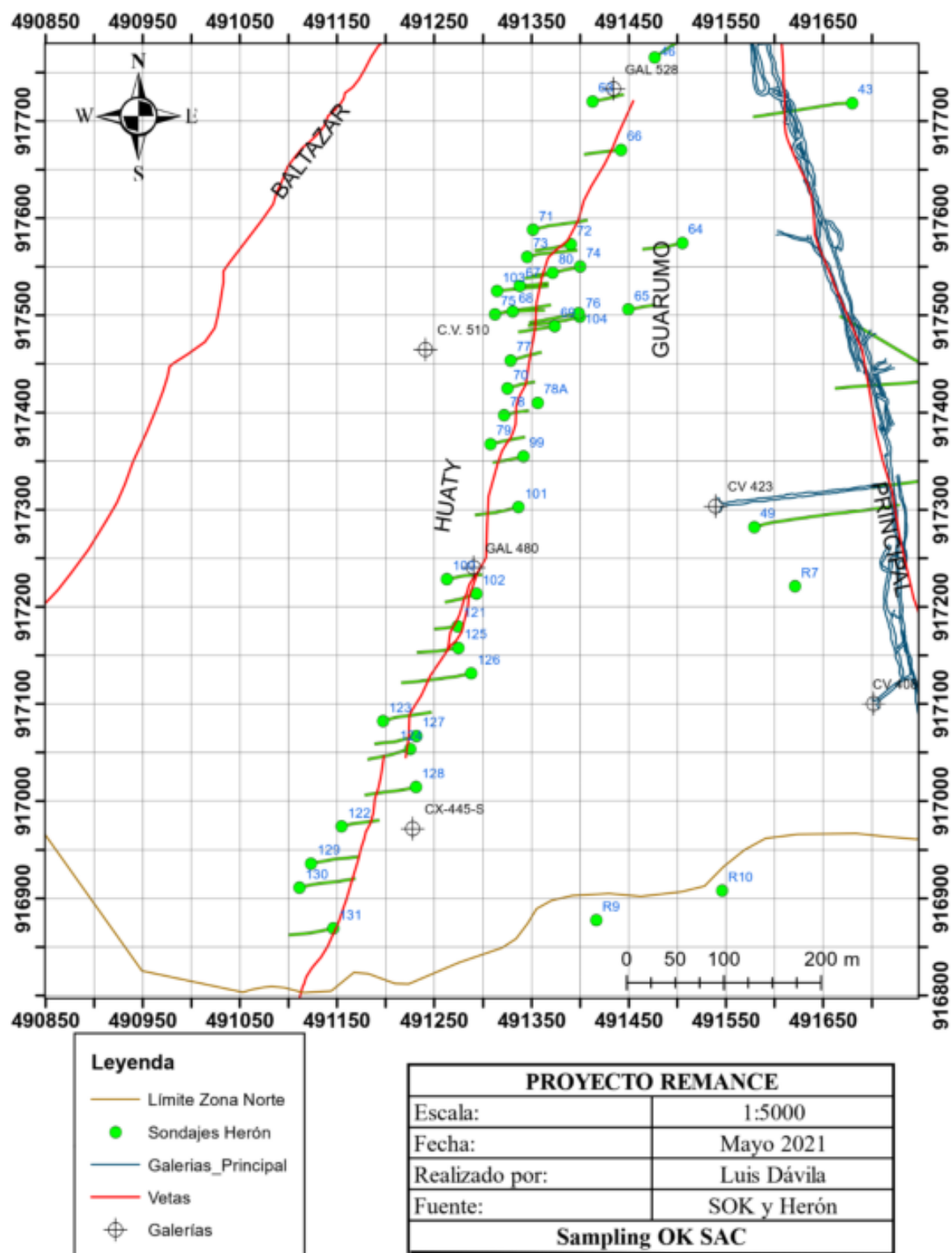


Fuente: Promotor. Datos Resources/Hoja "Sommaire", "Resources estimation".

Dicho cuerpo fue generado en base a la data de los sondajes históricos (Heron). Se ha subdividido en dos partes: Huaty Norte (mayor potencia) y Huaty Sur (menor potencia). Los trazos en verde son los taladros de Heron.

En figura 6.22. se muestra los sondajes históricos realizados por Heron. El punto de división entre la zona norte y sur es el taladro 100. La galería 480 (Gal 480) se toma como referencia para la zona sur y la cortaveta 510 (C.V. 510) se toma como referencia para la zona norte.

Figura 6.20. Vista en planta de la Veta Huaty



Fuente: Promotor. SAMPLING OK SAC 2021



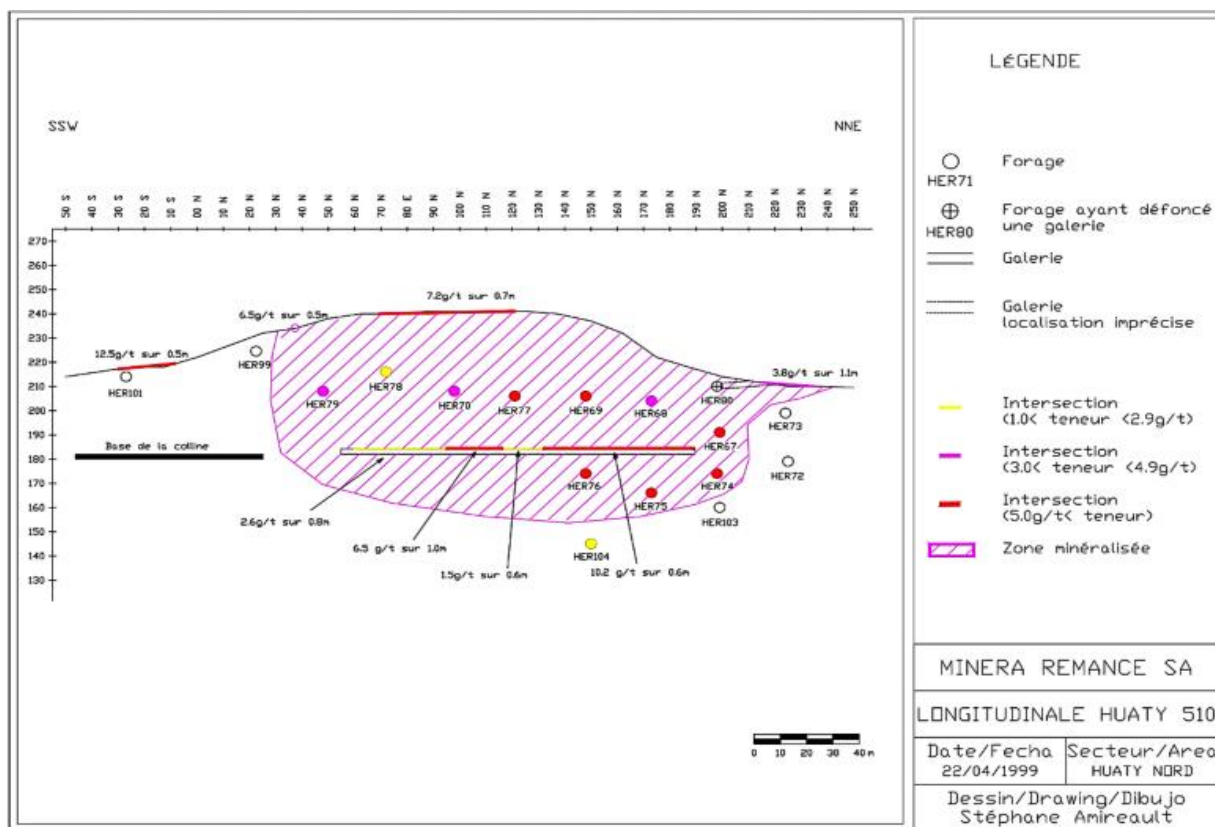
En esta veta, prácticamente no han sido desarrolladas labores importantes en subterráneo; de manera similar, en superficie el minado también fue solo en algunas zonas (Figura 6.21. y 6.22.). Comparativamente, la zona norte tiene mejores leyes que la zona sur. Las secciones encontradas en los archivos históricos muestran en general, que la Veta Huaty se encuentra, no sólo casi intacta, sino que además contiene tramos de muy buena ley.

El hecho de que esta veta se encuentre casi intacta; así como los valores interesantes que presenta, son los principales motivos por los cuales, el plan de perforación diamantina, que se ha propuesto para esta veta, es el más completo y ambicioso.

Para poder realizar una estimación de recursos de la Veta Huaty, se requiere cumplir con los siguientes pasos:

- a. Realizar la perforación de la veta, para verificar su extensión vertical y su zonamiento: óxidos-sulfuros.
- b. Si los resultados de la perforación son positivos, lo cual ya casi es un hecho (por los que se conoce de la perforación de Heron); entonces, se realizará la cortaveta y luego, a partir de ésta se deberá desarrollar una galería y demás labores sobre la veta.
- c. Realizar el mapeo geológico y muestreo sistemático de la veta, con los respectivos análisis químicos.
- d. Realizar la cubicación y estimación de recursos.

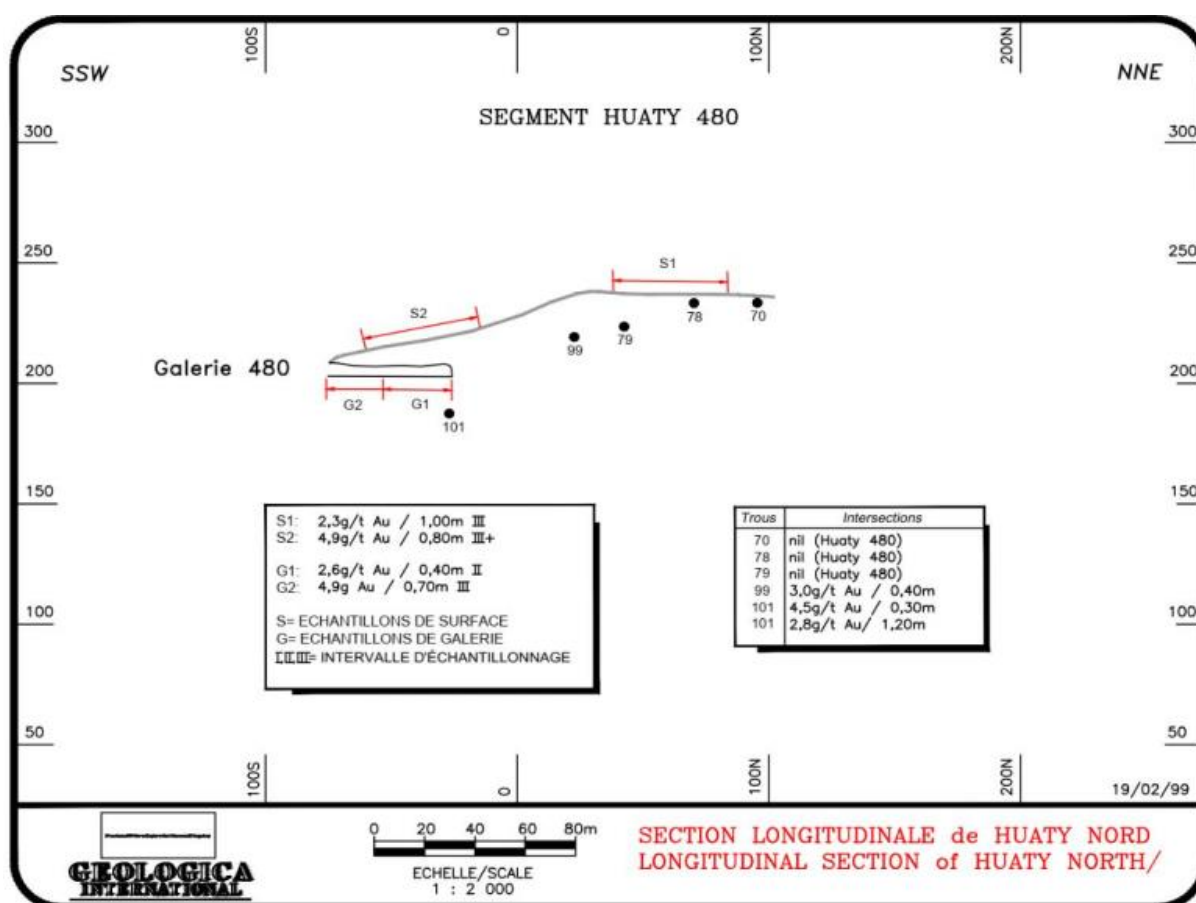
Figura 6.21. Sección longitudinal de la Veta Huaty – Zona Norte.



Fuente: Promotor.

Los puntos de colores son los interceptos de los taladros con la veta; la mayoría de ellos son mayores de 3 g/t Au; así como también los tramos muestreados, tanto en superficie en las labores subterráneas. Fuente: Archivo histórico – Herón.

Figura 6.22. Sección longitudinal de la Veta Huaty – Zona Sur.



Fuente: Promotor 2021.

Los puntos negros son los interceptos de los sondajes con la veta. Las líneas rojas son tramos muestreados en superficie y en subterráneo. Fuente: Archivo histórico – Herón.

#### d) Resumen de la estimación conceptual de recursos.

La información consignada sólo da cuenta de la ocurrencia de un gran potencial de mineralización; sin embargo, para poder pasar de mineral potencial a mineral con categoría de recursos, se requiere primero realizar la campaña de perforación planteada, con su respectivo logueo geológico; luego el muestreo directo y sistemático de las vetas, para lo cual se necesita habilitar las labores subterráneas (caso de la Veta Principal); así como desarrollar una galería principal y labores a lo largo de la Veta Huaty, para poder realizar, con el respectivo aseguramiento y control de la calidad

(QA/QC), tal como lo exigen los códigos internacionales, el muestreo y mapeo sistemático, para luego con los resultados de los análisis químicos, realizar la cubicación y estimación de recursos.

Sin embargo, con toda la información recopilada, sistematizada y los estudios realizados por la empresa SAMPLING OK SAC (2021), se concluye que el área del proyecto tiene un buen potencial económico, que podría asegurar una producción sostenida de 200 tpd, o más.

### 6.1.3 Caracterización Geotécnica.

Los suelos de la de microcuenca de la Quebrada El Veneno, se han desarrollado bajo la influencia de las condiciones climáticas imperantes a partir de un material parental casi uniforme de rocas ígneas extrusivas basálticas, andesíticas de la formación geológica Tucué (TM-CATu).

Esta formación volcánica perteneciente al Grupo Cañazas, que es representativa de la zona norte de las provincias de Veraguas y Coclé, de la provincia de Panamá Oeste y parte de la provincia de Colón, está compuesta principalmente por lavas andesíticas-basálticas, brechas, tobas, subintrusivos, conglomerados, volcanoclásticos y flujos de debris. Los conglomerados están por bloques de andesitas con poca matriz y sin estratificación.

A continuación, clasificación geológica de la microcuenca Quebrada El Veneno.

Cuadro 6.8. Clasificación de Geología de la microcuenca Quebrada El Veneno

Grupo	Formación	Símbolo	Formas	Significado	Área (km <sup>2</sup> )	%
<b>Geología</b>						
Cañazas	Tucué	TM-CATu	Volcánicas	Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs.	127.07	100
<b>TOTAL</b>					<b>127.07</b>	<b>100</b>

Fuente: Atlas Ambiental, Año 2010

## **6.2 GEOMORFOLOGÍA.**

La geomorfología del área se caracteriza por la presencia de montañas accidentadas con pendientes escarpadas, esto es característico de un relieve de origen volcánico. En el área se destacan importantes geoformas, con elevaciones que van desde los 150 a 300 msnm, donde se encuentra la Veta Principal, entre estas están: Cerro El Toro, Cerro Principal, Cerro El Bugre.

Geomorfológicamente la superficie de drenaje de la microcuenca se ve influenciada por las formas típicas de la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Santa María, caracterizada por la presencia de rocas ígneas extrusivas del terciario propias de la Cordillera Central, que en su tramo veragüense- coclesana se encorva y toma dirección oeste- este. También existe formación tectónica del tipo cornisa y fallas en sentido este-oeste.

Las rocas ígneas extrusivas basálticas tienen baja porosidad, la permeabilidad que se pueda desarrollar se debe al saprolito que es el horizonte de roca meteorizado y al suelo más superficial, por lo que las surgencias de las microcuencas que están dentro del área de estudio están más asociadas a las aguas de lluvia de tiempos de residencia cortos mediante flujos subsuperficiales. Por otra parte, los suelos que predominan en la zona de estudio son arcillosos por lo que los caudales bases que pueda tener las quebradas y flujos intermitentes son relativamente bajos.

De igual forma se presentan imágenes de sitios que fueron identificados como drenajes naturales totalmente secos, lo cual es una condición natural de algunos drenajes con corrientes efímeras cuya actividad se da cuando hay registros de lluvia.

Cuadro 6.9. Clasificación Geomorfología de la microcuenca Quebrada El Veneno

Geomorfología					
Tipo		Morfo cronología	Litología	Área (km <sup>2</sup> )	%
Tierra		Terciario	Rocas ígneas extrusivas (basalto, andesita, toba, ignibrita, etc.)	127.07	100
<b>TOTAL</b>				<b>127.07</b>	<b>100</b>

Fuente: Atlas Ambiental, Año 2010

Figura 6.23. Imagen Satelital Google Earth donde se aprecia la orografía del proyecto



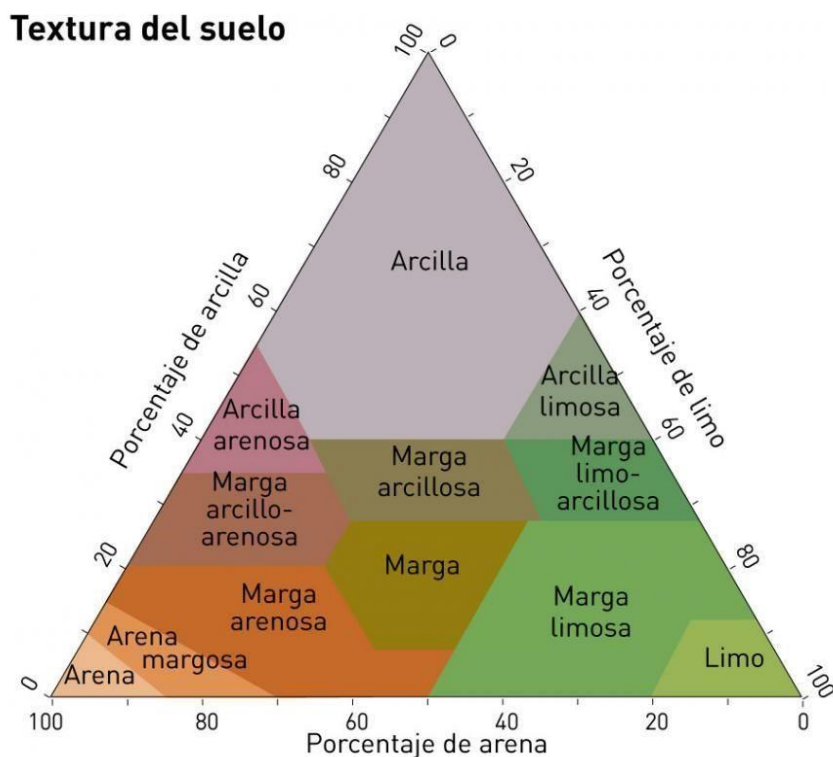
Fuente: -Google Earth





la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en él. Estos son los tipos de texturas definidos de acuerdo con sus características:

Figura 6.25. Relación de texturas de suelo según la FAO



Fuente: Propiedades físicas del suelo, 8 de diciembre de 2013. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedadesfisicas/es/>

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de los tipos de textura en los suelos de la microcuenca de la quebrada El Veneno:

Cuadro 6.10. Clasificación de textura de suelo de la microcuenca Quebrada El Veneno.

Textura	Área (has)	%
Arcilloso	93.49	74
Franco Arcilloso	33.57	26
<b>TOTAL</b>	<b>127.07</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Estudio Hidrológico e Hidráulico Tramo Quebrada Veneno, Agosto 2021. Ing. Ricardo Güete.

La predominancia de los suelos de tipo arcillosos en la microcuenca de la quebrada El Veneno es alta, cerca del 74% de los suelos de esta microcuenca corresponden a este tipo de suelos con textura pesada, pero de grano pequeño (de menos de 0.001 mm), lo que representa 93.49 hectáreas de terreno.

Los suelos arcillosos deben su nombre a su composición mineral (la arcilla). Por el almacenamiento de este y otros minerales, estos suelos no requieren de mucho abono, pues son capaces de retener más nutrientes que los arenosos y actúan como un reservorio de nutrientes.

Visualmente los suelos con textura arcillosa tienden a tener un color rojizo o grisáceo, además son pegajosos y compactos cuando están húmedos. La mayoría de estos suelos tienen mal drenaje, son difícilmente penetrables por el sistema radicular y difíciles de trabajar.

Por su parte, el otro 26% de los suelos del área de estudio son de tipo Franco Arcillosos, estos suelos son predominantes en la parte media y baja de la cuenca hidrográfica del río Santa María.

El suelo franco es uno de los tipos de suelo con mayor productividad agrícola, ya que tiene una proporción de arena, limo y arcilla idónea para los cultivos, sin embargo, los suelos franco-arcillosos se caracterizan por tener más arcilla de lo que se considera óptimo, lo que les da una textura algo más suave que la del franco-arenoso, pero se diferencia de él por el color que es más oscuro, y por ser más moldeable.

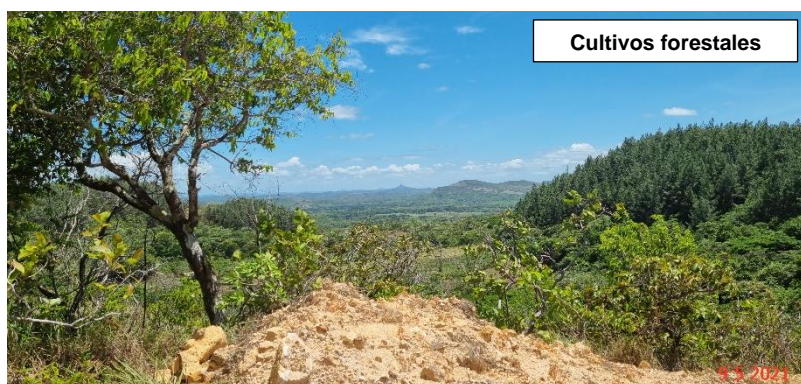
### **6.3.1 Descripción del uso de suelo actual.**

Actualmente en el área del proyecto y colindantes, no presenta un uso mayor que al de cultivos forestales y cultivo agrícola en algunos puntos dentro de la finca.

Basado en los antecedentes de la zona, ya que la misma fue utilizada como área de extracción y procesamiento de minerales metálicos (oro y otros), se observan puntos

o frentes de extracción, antiguas áreas de depósitos, antiguos campamentos, caminos o trochas existentes para el paso de vehículos entre otras.

Foto 6.4. Fotografías de uso de suelo actual en la zona del proyecto.







Fuente: CAMSA, para este estudio.

## **A. Resultado de monitoreo superficial de suelo de las antiguas áreas de depósito de relaves.**

Para determinar la composición y calidad del suelo, dentro del área de desarrollo del proyecto, se realizó un muestreo de los antiguos depósitos de relaves, siendo estos Relave I, Relave II, Relave III y área sin afectación por procesos, como comparación a estas áreas de antropizadas. Para ello se identificaron diversos puntos para muestreo de suelo de cada zona identificada, se realizó la toma de muestra para parámetros físicos, químicos y biológicos. En la sección de anexos se adjunta el informe completo de los muestreos realizados.

Los parámetros incluidos en los análisis de laboratorio, se compararon con lo señalado en las siguientes normativas nacional e internacional (referencia):

- Panamá: Decreto No. 2 de 14 de enero de 2009, Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos.
- Perú: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (referencia).

Los puntos de muestreo para los análisis de suelo son los siguientes.

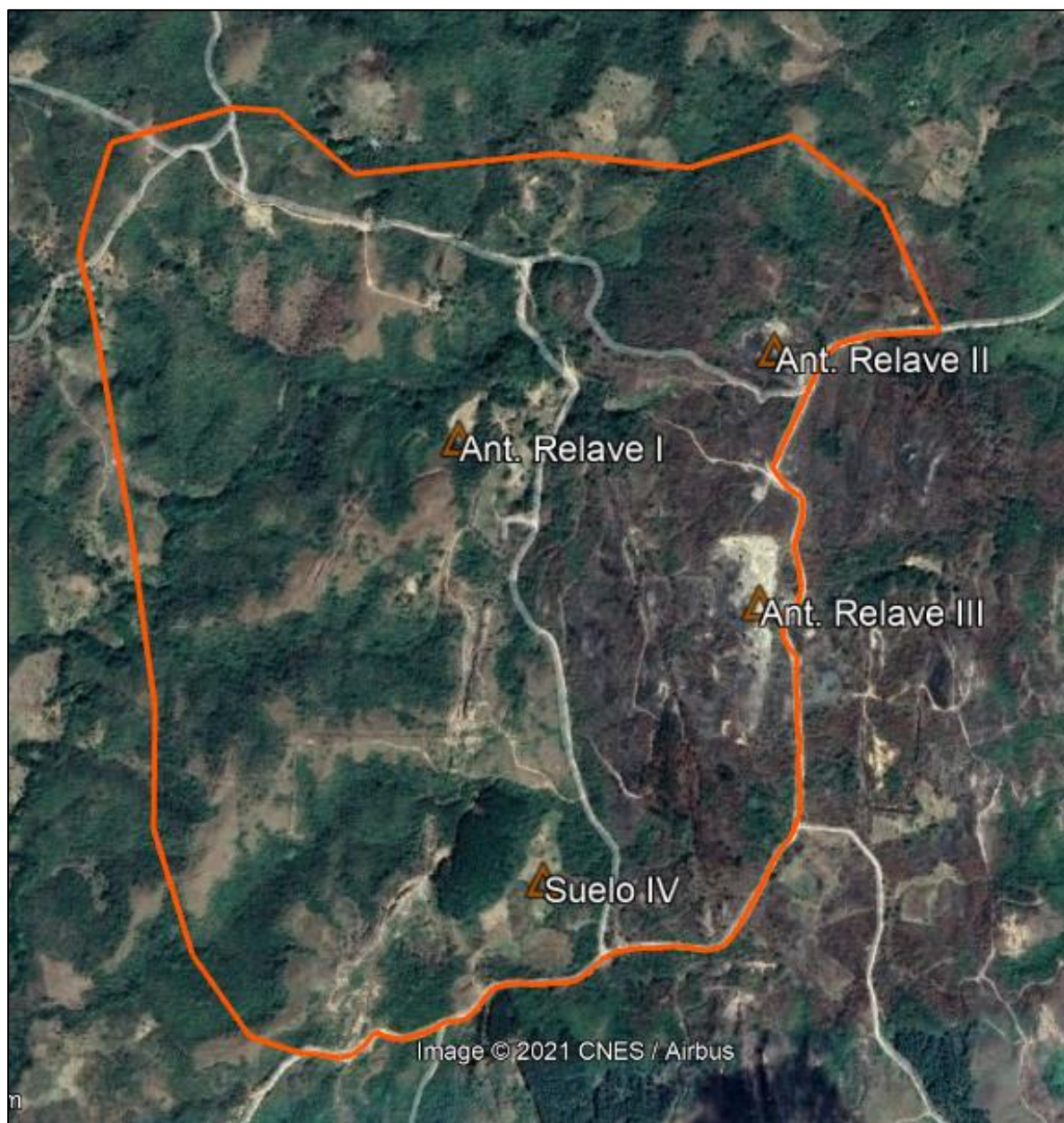
Cuadro 6.11. Coordenadas geográficas puntos de muestreo para calidad de suelo para el proyecto.

No	# de muestra	Descripción	X	Y
1	2083-CH-21	Antiguo depósito de Relave I	491333	917847
2	2084-CH-21	Suelo IV	491469	917079
3	2085-CH-21	Antiguo depósito de Relave III	491854	917554
4	2086-CH-21	Antiguo depósito de Relave II	491887	917993

Fuente: EnviroLab, S.A., Reporte de muestreo y análisis de suelo, informe 2021-CH-110-005.



Figura 6.26. Ubicación de puntos de muestreo realizados.



Fuente: Google Earth - CAMSA

A continuación, cuadros de resultado de análisis de calidad de agua superficial y subterránea.

Cuadro 6.12. Resultados de monitoreo de suelo comparado con el Decreto No. 2 de 14 de enero de 2009.

Parámetros	Und.	Resultados				Límite Máximo según uso.		
		2083-CH-21	2084-CH-21	2085-CH-21	2086-CH-21	Industrial	Urbano	Otros usos
CN	mg/L	0,65	0,61	<b>6,39</b>	1,55	400.0	40.0	4,00
pH	UpH	5,18	4,71	4,43	4,92	N.A.	N.A.	N.A.
MO		1,26	1,34	1,21	3,71	N.A.	N.A.	N.A.
ADH	µg/g	3,60	0,57	0,59	10,82	N.A.	N.A.	N.A.
IAM		2,87	<b>0,42</b>	<b>0,49</b>	2,91	0,5-22,00	0,5-22,00	0,5-22,00
Color		2,5 Y 6/4	10 YR 4/6	2,5 Y 7/6	2.5Y 4/2	N.A.	N.A.	N.A.
		light yellowish brown	Dark yellowish brown	Yellow	Dark grayish brown	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Arena)	%	89,30	82,70	77,70	47,40	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Arcilla)	%	8,40	15,30	20,62	33,40	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Limo)	%	2,30	2,00	1,68	19,20	N.A.	N.A.	N.A.
Tipo suelo		Arena-o- renoso Franco	Arena	Franco- Arcillo- Arenoso	Franco Arcillo Arenoso	N.A.	N.A.	N.A.
<b>Metales</b>								
Sb	mg/Kg	4,23	<0,02	<0,02	5,62	N.A.	N.A.	N.A.
As	mg/Kg	<b>282,46</b>	<b>9,30</b>	<b>346,14</b>	<b>298,29</b>	30.0	20.0	4,0
Ba	mg/Kg	<b>128,08</b>	<b>2,52</b>	<b>229,35</b>	<b>348,49</b>	1000.0	100.0	1,0
Cd	mg/Kg	<b>0,53</b>	<b>0,97</b>	<b>0,85</b>	<b>0,91</b>	100.0	5.0	0,5
Ca	mg/Kg	280,52	404,88	243,40	206,23	N.A.	N.A.	N.A.
Cu	mg/Kg	16,23	11,62	10,49	3,08	N.A.	N.A.	N.A.
Fe	mg/Kg	12981,12	16401,98	12264,89	18053,46	N.A.	N.A.	N.A.
Mg	mg/Kg	139,02	576,32	230,36	135,01	N.A.	N.A.	N.A.
Mn	mg/Kg	23,11	53,47	26,09	18,67	N.A.	N.A.	N.A.
Hg	mg/Kg	0,353	<0,001	<b>1,86</b>	0,91	140.0	14.0	1,4
Ni	mg/Kg	1,23	1,16	1,02	2,36	400.0	40.0	40,0
Ag	mg/Kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	N.A.	N.A.	N.A.
Pb	mg/Kg	6,00	8,14	25,22	10,33	N.A.	N.A.	N.A.
Zn	mg/Kg	<b>10,23</b>	<b>19,57</b>	<b>188,89</b>	<b>13,77</b>	300.0	30.0	3,0

Fuente: EnviroLab, S.A., Reporte de muestreo y análisis de suelo, informe 2021-CH-110-005.

Cuadro 6.13. Resultados de monitoreo de suelo comparado con el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Parámetros	Und.	Resultados				Límite Máximo según uso.		
		2083-CH-21	2084-CH-21	2085-CH-21	2086-CH-21	Agrícola	Residencial / parques	Comercial / industrial
CN	mg/L	0,65	0,61	<b>6,39</b>	<b>1,55</b>	0,9	0,9	8
pH	UpH	5,18	4,71	4,43	4,92	N.A.	N.A.	N.A.
MO		1,26	1,34	1,21	3,71	N.A.	N.A.	N.A.
ADH	µg/g	3,60	0,57	0,59	10,82	N.A.	N.A.	N.A.
IAM		2,87	0,42	0,49	2,91	N.A.	N.A.	N.A.
Color		2,5 Y 6/4	10 YR 4/6	2,5 Y 7/6	2.5Y 4/2	N.A.	N.A.	N.A.
		light yellowish brown	Dark yellowish brown	Yellow	Dark grayish brown	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Arena)	%	89,30	82,70	77,70	47,40	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Arcilla)	%	8,40	15,30	20,62	33,40	N.A.	N.A.	N.A.
Textura (Limo)	%	2,30	2,00	1,68	19,20	N.A.	N.A.	N.A.
Tipo suelo		Arena-o- renoso Franco	Arena	Franco- Arcillo- Arenoso	Franco Arcillo Arenoso	N.A.	N.A.	N.A.
<b>Metales</b>								
Sb	mg/Kg	4,23	<0,02	<0,02	5,62	N.A.	N.A.	N.A.
As	mg/Kg	<b>282,46</b>	9,30	<b>346,14</b>	<b>298,29</b>	50	50	140
Ba	mg/Kg	128,08	2,52	229,35	348,49	750	500	2000
Cd	mg/Kg	0,53	0,97	0,85	0,91	1,4	10	22
Ca	mg/Kg	280,52	404,88	243,40	206,23	N.A.	N.A.	N.A.
Cu	mg/Kg	16,23	11,62	10,49	3,08	N.A.	N.A.	N.A.
Fe	mg/Kg	12981,12	16401,98	12264,89	18053,46	N.A.	N.A.	N.A.
Mg	mg/Kg	139,02	576,32	230,36	135,01	N.A.	N.A.	N.A.
Mn	mg/Kg	23,11	53,47	26,09	18,67	N.A.	N.A.	N.A.
Hg	mg/Kg	0,353	<0,001	1,86	0,91	6,6	6,6	24
Ni	mg/Kg	1,23	1,16	1,02	2,36	400,0	40,0	40,0
Ag	mg/Kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	N.A.	N.A.	N.A.
Pb	mg/Kg	6,00	8,14	25,22	10,33	70	140	800
Zn	mg/Kg	10,23	19,57	188,89	13,77	N.A.	N.A.	N.A.

Fuente: EnviroLab, S.A., Reporte de muestreo y análisis de suelo, informe 2021-CH-110-005.

### A.1. Resumen de resultados obtenidos, mediante los análisis de laboratorio de suelos.

Considerando que el área donde se desarrollará el proyecto, ha sido anteriormente utilizada para actividades mineras en los años 80's y 90's, se considera como norma de comparación e interpretación de los resultados, la norma nacional panameña y como referencia la norma peruana, considerando el área de uso industrial, ya que las muestras 2083-CH-21, 2085-CH-21 y 2086-CH-21, son zonas con afectación previa (antiguos depósito de relave).

A continuación, conformidad de los resultados de muestreo con las normas comparables.

Cuadro 6.14. Conformidad de los resultados de muestreo con las normas comparables.

Parámetros no conformes con las normativas comparables.						
Muestra	Decreto No. 2 de 14 de enero de 2009			Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM		
	Industrial*	Urbano	Otros usos	Agrícola	Residencial / parques	Comercial / industrial*
2083-CH-21	As	As, Ba,	As, Ba, Cd, Zn.	As	As	As
2084-CH-21	IMA	IMA	IMA, As, Ba, Cd, Zn	Conforme	Conforme	Conforme
2085-CH-21	IMA, As,	IMA, As, Ba, Zn.	CN, IMA, As, Ba, Cd, Hg, Zn.	CN, As	CN, As	As
2086-CH-21	As	As, Ba,	As, Ba, Cd, Zn.	CN, As	CN, As	As
*Tipo de uso establecido para el área del proyecto.						

Fuente: CAM, S.A., según datos del informe 2021-CH-110-005. EnviroLab, S.A.

Con respecto a los resultados se puede señalar que las condiciones naturales del suelo en estas áreas y dado que son consideradas áreas con afectaciones previas y áreas de antiguos procesos mineros, se puede observar que el parámetro Arsénico (As) se encuentra por arriba de los niveles aceptables.

Cabe señalar que para el área del antiguo depósito de Relave III, planificado como área de pads; se le realizarán nuevos muestreos, de manera minuciosa, para identificar si la zona contiene material aprovechable. De ser positivo los resultados del muestreo, el material será aprovechado en el proceso de beneficio metalúrgico del proyecto.

### 6.3.2 Deslinde de la propiedad.

A pesar de que el promotor del proyecto es la empresa Greenfield Resources Inc., la misma no es propietaria de las fincas donde se desarrollará el mismo. Sin embargo, se tiene un acuerdo con la empresa ICAZA TRUST CORPORATION, propietaria del terreno, para el desarrollo del proyecto. En el cuadro a continuación se describe la propiedad y dentro de los documentos anexos al presente estudio se presenta las respectivas autorizaciones de uso.

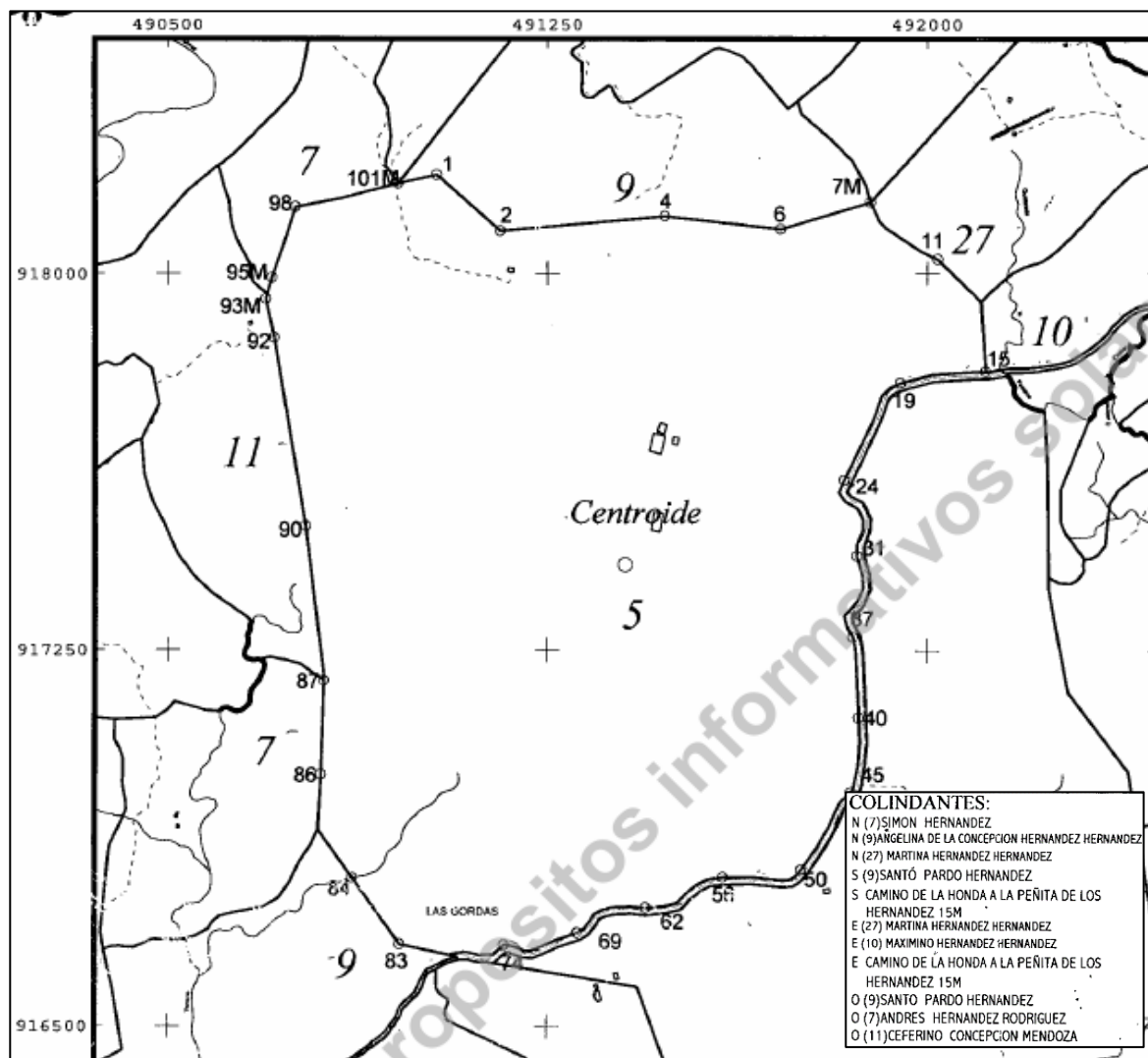
Cuadro 6.15. Datos de finca en la que se desarrollará el proyecto

FINCA 447910 (Predio 5)	
<b>DATOS DE REGISTRO</b>	Rollo 1, Asiento 1, Documento 1, Código de ubicación 9704
<b>PROPIETARIO</b>	ICAZA TRUST CORPORATION.
<b>AREA M<sup>2</sup></b>	175 has + 8365 m <sup>2</sup>
COLINDANTES	
<b>NORTE</b>	Simón Hernández, Angelina de la Concepción Hernández Hernández, Martina Hernández Hernández.
<b>SUR</b>	Santo Pardo Hernández, Camino de la Honda a la Peñita de Los Hernández.
<b>ESTE</b>	Martina Hernández Hernández, Máximo Hernández Hernández, Camino de la Honda a la Peñita de Los Hernández.
<b>OESTE</b>	Santo Pardo Hernández, Andrés Hernández Rodríguez, Ceferino Concepción Mendoza.

Fuente: Certificado Catastral de Pedios, Autoridad Nacional de Tierras, abril 2013



Figura 6.27. Vista de los colindantes del proyecto.



Fuente: Plano Catastral

### 6.3.3 Capacidad de uso y aptitud.

El Atlas Ambiental de Panamá, define el suelo como una colección de cuerpos naturales sobre la superficie de la tierra, alterada y a veces hecha por el ser humano, de materiales terrosos, soporta y mantiene a las plantas y animales al aire libre; con límite superior que es la atmósfera, con límites laterales como lechos de rocas, hielo o mantos de agua, y límite inferior como mantos rocosos.



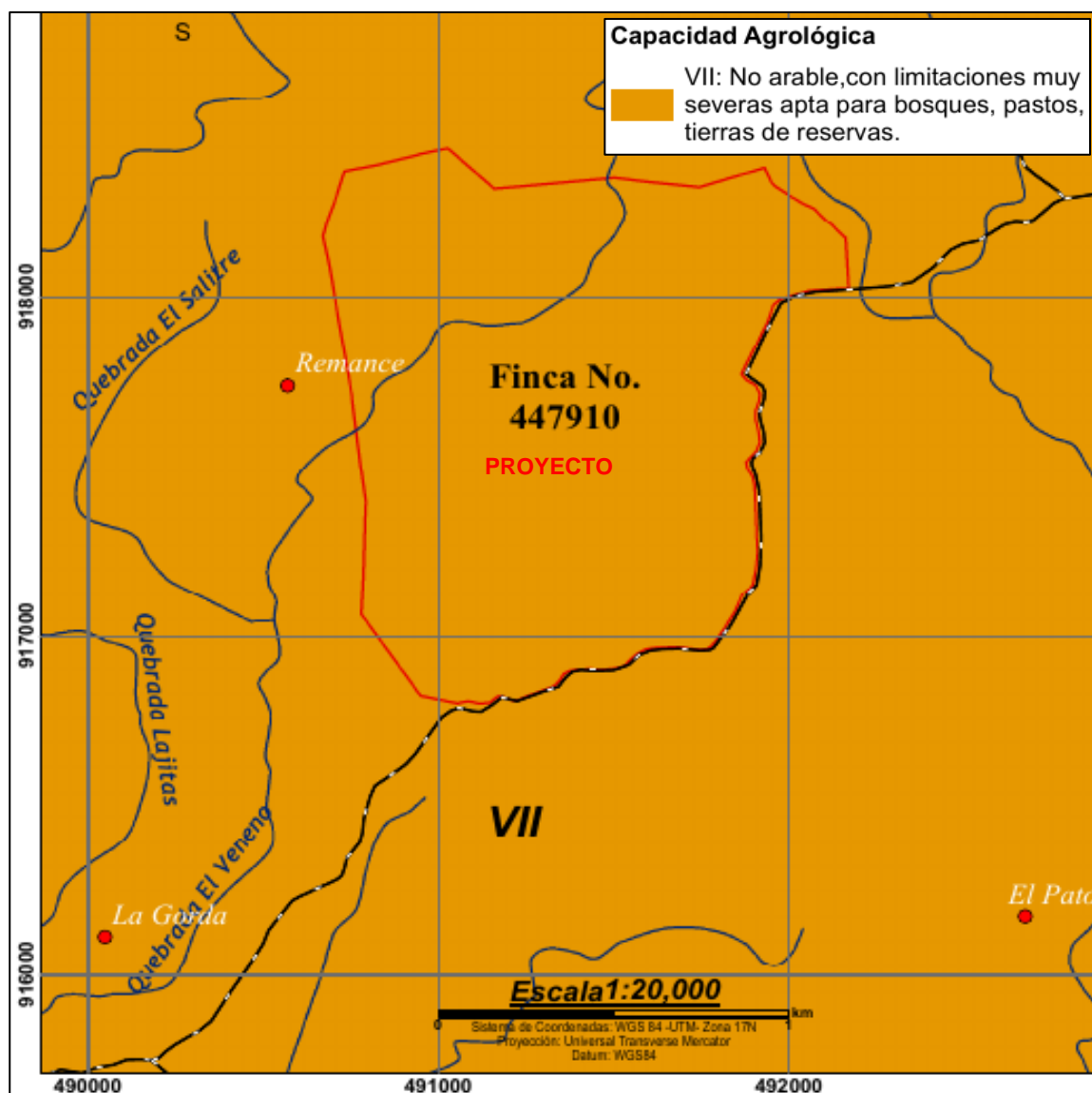
La capacidad agrológica se puede definir como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos, la aptitud para el cultivo del terreno considerado y las limitaciones que presenta respecto a los usos agrícolas.

La asignación de la capacidad agrológica de los suelos del Istmo de Panamá, está basada en el Sistema de Clasificación de Suelos (Land Capability), elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos de América, es un sistema que atribuye ocho (8) diferentes clases de capacidad de uso, incrementándose progresivamente los riesgos de deterioro y las limitaciones en su uso al pasar de Clase I a Clase VIII. Las tierras comprendidas dentro de las cuatro primeras clases (I, II, III, IV) con adecuadas prácticas de manejo, pueden utilizarse para producir cultivos, pastos y árboles maderables. Las tierras Clases V, VI, y VII en general no son adecuadas para cultivos, pero pueden utilizarse para producir especies forrajeras y forestales.

Los suelos del área del proyecto tienen una aptitud agrológica donde prevalecen los suelos Clase VII, que cuentan con limitaciones tan severas que no las hacen prácticas para siembras de pastizales o mejoramiento de pastos. Las limitaciones son más severas que las de los Suelos Clase VI, debido a otras condiciones no corregibles, como: pendientes muy fuertes, exposición a la erosión, poca profundidad de los suelos, pedregosidad, suelos muy húmedos, salinidad o alcalinidad, y clima muy severo, entre otras. El desarrollo forestal en estos suelos depende de las condiciones del clima que permitan el crecimiento de árboles maderables. Algunas áreas de esta clase de suelos pueden requerir técnicas de reforestación para proteger los suelos y para evitar daños a áreas aledañas,

El sitio donde se ubicará el proyecto se localiza dentro de un área que ha sufrido cambios físicos en cuanto a su composición original producto del aprovechamiento y el uso que se le dio al terreno.

Figura 6.28. Mapa de Capacidad agrológica de los suelos.



Fuente: Mapa de Capacidad Agrológica, Ministerio de Ambiente, República de Panamá.

#### 6.3.4 División de la Propiedad y Ordenamiento Territorial.

La división de propiedad y ordenamiento territorial incluye dos aspectos importantes, los cuales se desglosan a continuación:

#### **a. Tenencia.**

Como se ha mencionado continuamente el proyecto objeto de este estudio, se encuentra ubicado en el Corregimiento de Remance, en el Distrito de San Francisco, Provincia de Veraguas.

La superficie de la Finca N° 447910, en donde se desarrollará el proyecto, corresponde a 175 hectáreas + 8365 m<sup>2</sup>, perteneciente a la empresa ICAZA TRUST CORPORATION.

Dicha finca se ubica dentro del área de concesión minera de 2,400 hectáreas, concesión para la exploración de minerales metálicos (oro y otros) otorgada a la empresa GREENFIELD RESOURCES INC, según contrato N° 12 del 27 de junio de 2012, publicado en Gaceta N° 27,127 el 24 de septiembre de 2012, con el Ministerio de Comercio e Industrias. Ver documentos en anexos.

Como se menciona en el punto 6.3.2 el proyecto ubicado en la Finca N° 447910 cuyo propietario es la empresa ICAZA TRUST CORPORATION, ha dado su autorización para su uso y realización del presente estudio. Los documentos legales, que certifican la tenencia de estas tierras son presentados en la sección de anexos de este estudio y de manera original en los documentos de ingreso.

#### **b. Plan de Ordenamiento Territorial.**

El ordenamiento territorial nacional existente, no abarca esta zona del país, por lo que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a la fecha (2021) no tiene dispuesto una asignación de uso de suelo. Por lo general estas zonas, por su lejanía a centros urbanos, son asignadas para uso de tipo agrícola.

Sin embargo, para el área específica del proyecto y tomando en cuenta los antecedentes históricos del desarrollo minero en la zona de estudio, desde la época colonial, hasta finales de 1990, incluyendo la concesión para la exploración de minerales metálicos, que se encuentra vigente, se puede definir que el área posee un uso para extracción de mineral metálico, basado en los antecedentes antes descritos.

## **6.4 TOPOGRAFÍA.**

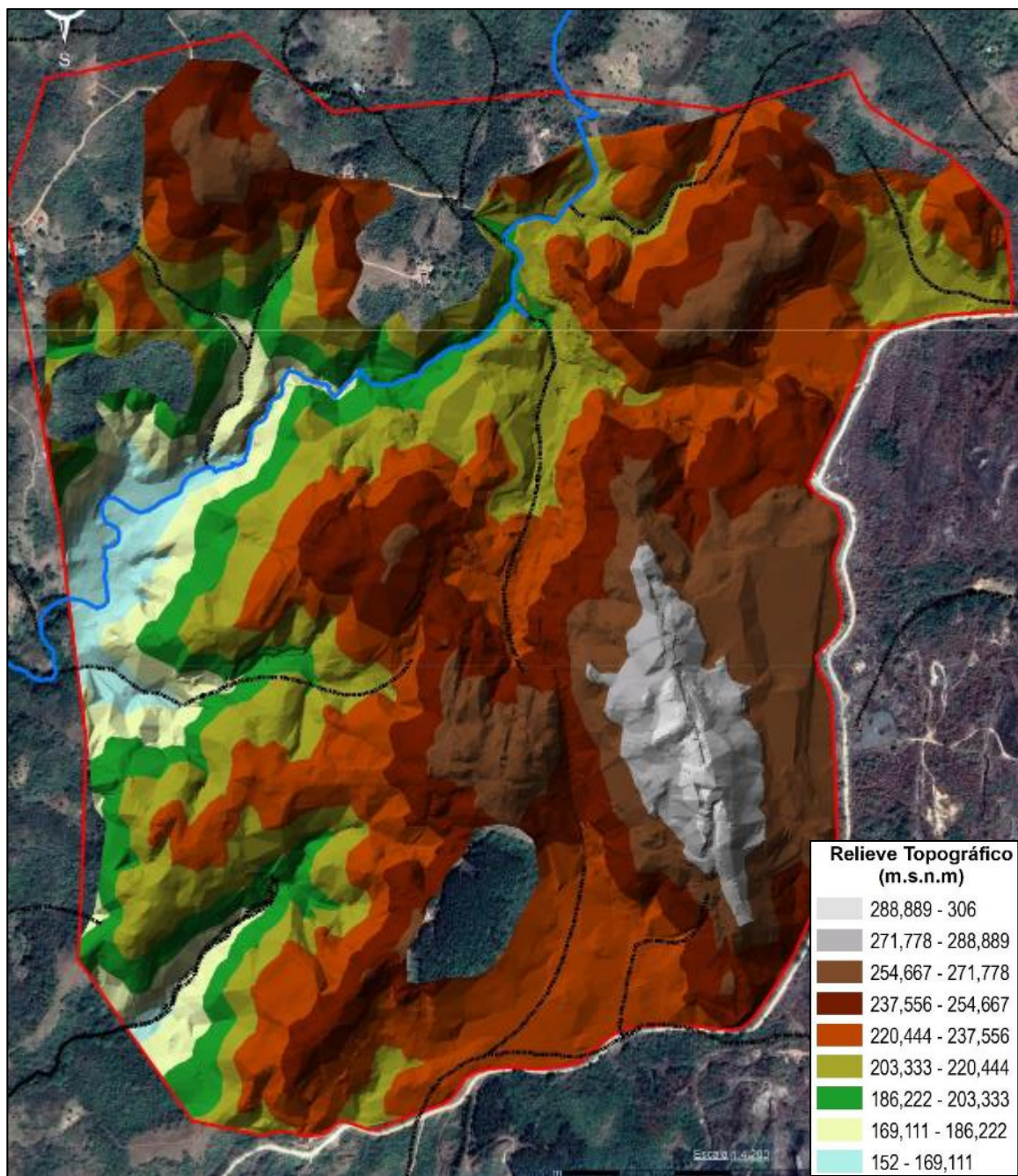
El área de influencia directa e indirecta del proyecto está conformada por una topografía variable, donde predominan cerros y colinas continuas, con valles muy pequeños y estrechos. Entre las elevaciones más importantes están las ubicadas sobre la Veta Principal del yacimiento, las que son: Cerro El Toro, Cerro Principal, Cerro El Bugre, Cerro El Camello y Cerro Tullido.

El levantamiento topográfico es de vital importancia para trabajos subsiguientes como ubicación real de estructuras mineralizadas en el campo y su proyección para la perforación diamantina; así como la ubicación de labores subterráneas y consecuente levantamiento topográfico para el cálculo de reservas, entre otros.

Como primer paso, se hizo el levantamiento de ocho (8) hitos principales con un GPS diferencial de alta precisión; dichos hitos fueron distribuidos convenientemente en los diferentes cerros del proyecto, ubicados dentro de los límites de la finca 447910; cuyas coordenadas Este, Norte y cotas de alta precisión han servido para realizar la topografía de detalle, la cual se viene realizando con un teodolito de estación total. A la fecha de presentación de este reporte ya se ha culminado el levantamiento topográfico del área que comprende la finca en estudio.

A continuación, mapa topográfico del área de estudio.

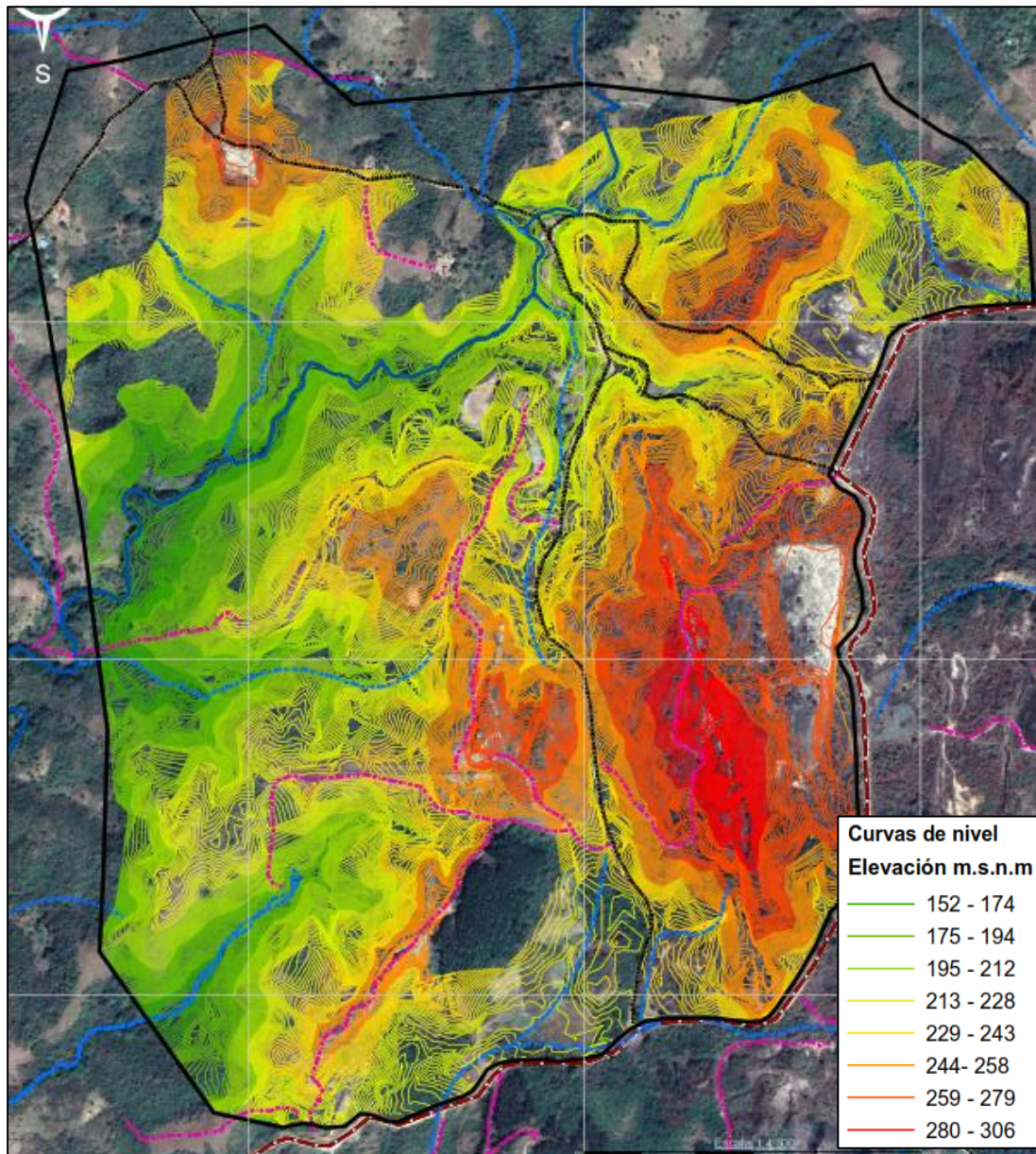
Figura 6.29. Topografía del área de estudio.



Fuente: CAM, S.A.



Figura 6.30. Mapa de topografía, curva de niveles, del área de estudio.



Fuente: CAM, S.A.

Levantamiento topográfico de la Finca N° 447910. El límite de la finca se encuentra en color púrpura. Los hitos topográficos comprendidos en la zona son cinco (5) (color azul) y están numerados con recuadros blancos (fueron levantados con GPS diferencial). Las curvas de nivel están señaladas en amarillo; cada metro y las principales cada cinco (5) metros (líneas más gruesas).



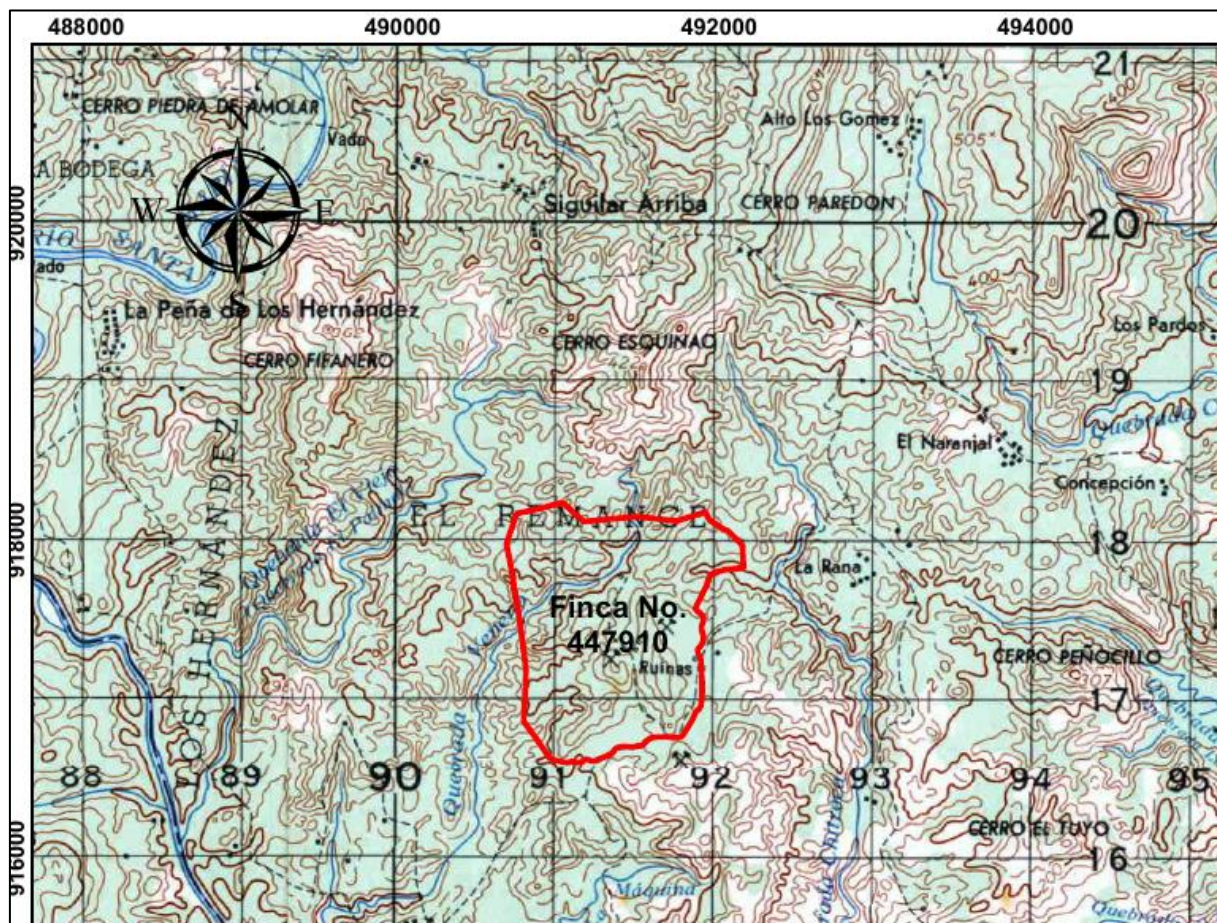
### 6.4.1 Mapa topográfico, escala 1:50.000.

La hoja cartográfica de la República de Panamá, elaborada por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, en que se encuentra el proyecto es la hoja topográfica Cañazas 3940-I a escala 1:50,000.

En anexos se presentan planos topográficos con un mayor nivel de detalle.

A continuación, se muestra una imagen del área sobre la hoja cartográfica correspondiente:

Figura 6.31. Cartografía área de estudio.



Fuente: Plano Cartográfico 1:50.000. Instituto Tommy Guardia.



## **6.5 CLIMA.**

El conjunto de los valores promedios de las diferentes condiciones atmosféricas, características de una región, es lo que podemos definir como clima; en los que se analizan diferentes elementos ambientales como lo son humedad, precipitación, viento y temperatura.

Debido a la posición geográfica, nuestro país se localiza la Zona Intertropical, muy cercana al Ecuador, por lo que mantenemos condiciones térmicas y pluviométricas muy similares durante todo el año; con un clima Tropical. Se han identificado dos estaciones, la que va desde los meses de diciembre hasta abril, conocida como estación seca y la que va desde mayo a noviembre, estación lluviosa.

Basándonos en el nuevo Sistema de Clasificación Climática de Panamá, que es la clasificación climática propuesta por el geógrafo e historiador panameño Dr. Alberto A. McKay quien analizo, corrigió y adapto a las condiciones locales las clasificaciones climáticas anteriormente utilizadas en el istmo, tomando de referencia la tipología climática de Emmanuel de Martonne, que posee una mayor clasificación de climas tropicales y además reconoce las influencias de las masas oceánicas, y los ambientes atmosféricos presentes en las montañas tropicales. Y según los datos obtenidos del Atlas Ambiental de la República de Panamá, publicado por la Autoridad Nacional del Ambiente en el 2010 (hoy Ministerio de Ambiente), y que establece el nuevo sistema de clasificación antes descrito; en la zona del proyecto podemos encontrar un clima subecuatorial con estación seca; que es el clima de mayor extensión en Panamá.

A continuación, se describe las características de la clasificación para el área.

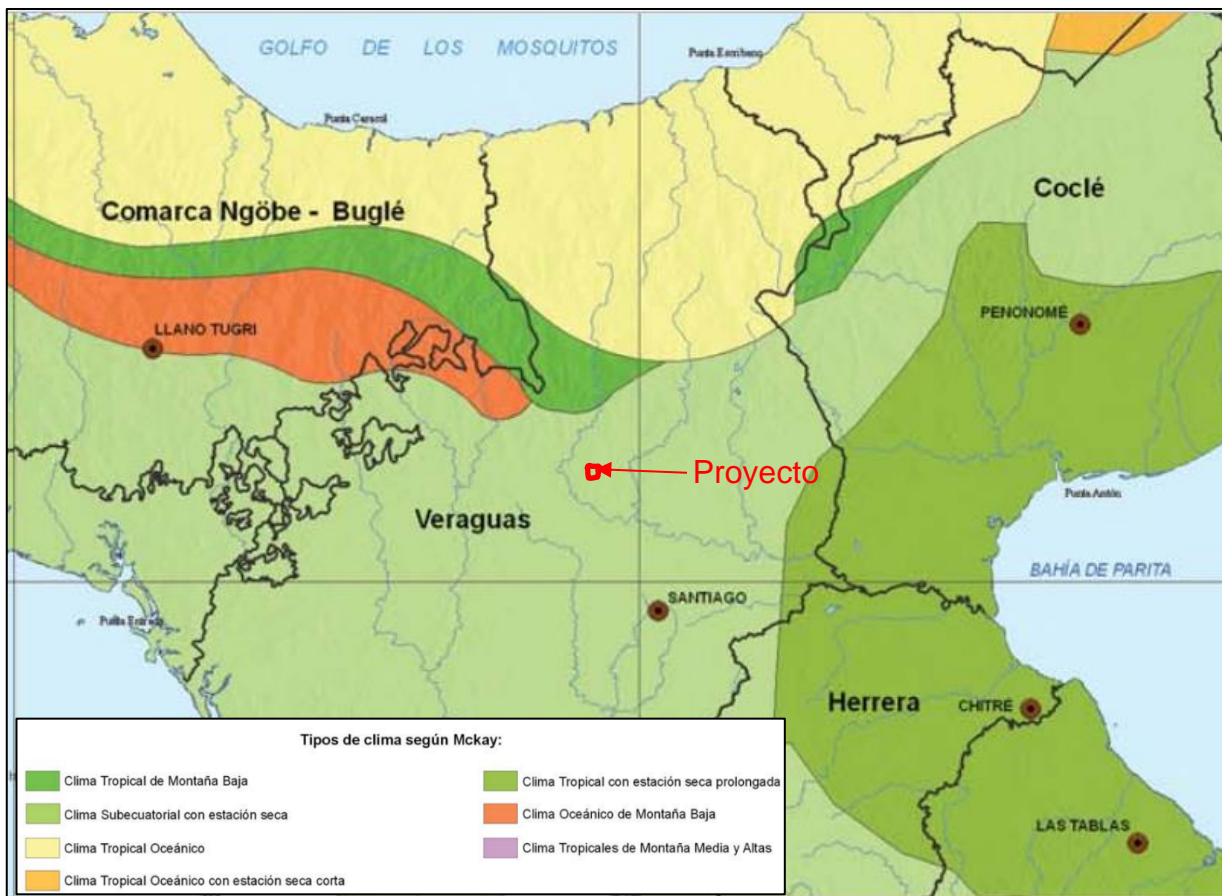
### **Clima subecuatorial con estación seca.**

Este clima se caracteriza por poseer temperaturas cálidas, las que pueden ir de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (< 20 msnm), y en las tierras altas (aprox. 1,000 m) la temperatura puede llegar a 20°C. Se encuentra en las tierras bajas y montañosas hasta 1,000 metros de altura en la vertiente del Pacífico en Chiriquí, Veraguas, en

sectores montañosos de Azuero y Coclé y en las montañas de Panamá, San Blas y Darién. Los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2,500 mm, alcanza los 3,519 en Remedios. El clima es de estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración.

En la figura a continuación se presenta la ubicación del proyecto dentro de la clasificación climática indicada.

Figura 6.32. Mapa Clima McKay



Fuente: Atlas Nacional de Panamá.

### 6.5.1 Precipitación.

En la Provincia de Veraguas, el promedio anual oscila entre los 2,000 y 5,000 mm de precipitación promedio anual, siendo las zonas más secas, las del sur de la península de Las Palmas y las más húmedas en la Cordillera Central y la Costa Atlántica.

El régimen de precipitación del área de estudio corresponde a una precipitación promedio anual de 2,500 mm, los cuales fueron estimados utilizando la información de las isoyetas del Balance Hídrico Superficial de Panamá para el período (1971-2002). Las isoyetas son líneas de igual precipitación que permiten conocer el comportamiento de la lluvia en promedio anual de una cuenca, subcuenca, microcuenca o área de estudio determinada.

Figura 6.33. Régimen de precipitación en el área de estudio.



Fuente: Balance Hídrico Superficial de la de Panamá Período (1971-2002), Año 2008.

La distribución de la lluvia durante el año es variable en función de la estación seca y lluviosa, teniendo la primera durante los primeros meses del año entre enero y abril (iniciando en diciembre en algunos años), y con el régimen de lluvia de mayor relevancia durante los meses de mayo a noviembre, con una recesión durante los meses de junio a julio debido a la canícula o veranillo de San Juan, que se produce

generalmente durante finales de junio y principios de julio, en donde se registran los mayores registros de temperatura.

Los mayores registros de lluvia se producen durante los meses de septiembre, octubre y noviembre con rango entre 350-460 mm aproximadamente, según los datos históricos de la estación San Juan (San Francisco) (132-016), administrada por la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA) que mantuvo un registro desde diciembre de 1968 hasta marzo del 2000 (32 años).

#### **Antecedentes de Estación San Juan (132-016).**

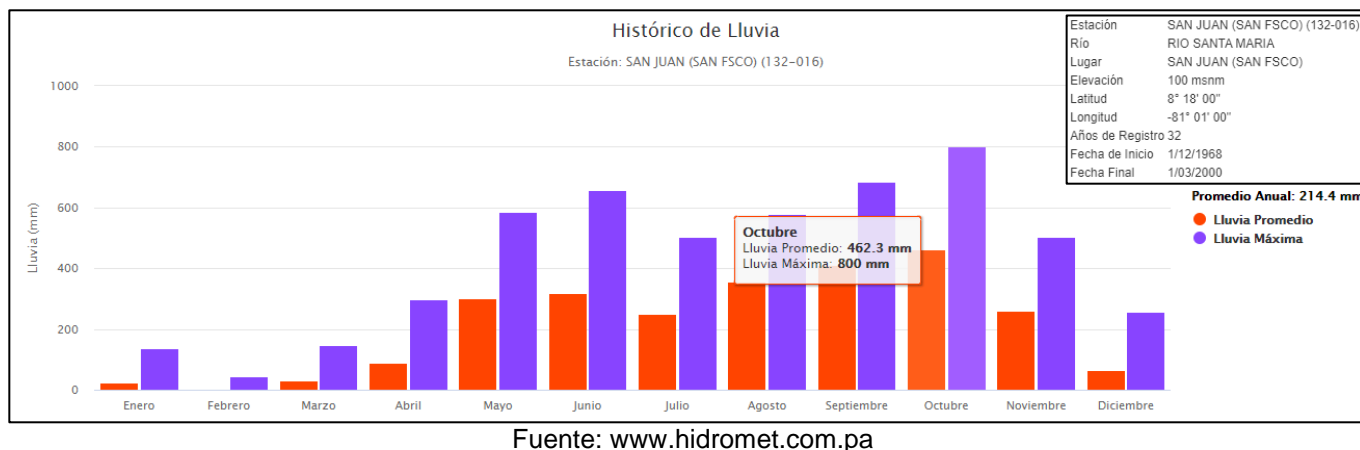
- Lugar: San Juan (San Francisco).
- Río: Santa María.
- Elevación. 100 msnm.
- Fecha de Inicio: 1/12/1968.
- Fecha final: 1/03/2000.
- Años de registro: 32.

Cuadro.6.16. Datos promedio mensuales de la cantidad de lluvia de la estación meteorológica de San Juan, durante 32 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa.

<b>Mes</b>	<b>Máxima (mm)</b>	<b>Promedio mensual (mm)</b>
Enero	135.9	22.5
Febrero	44.6	4.9
Marzo	148.8	32.3
Abril	297.5	89.1
Mayo	586.6	301.9
Junio	656.7	318.4
Julio	503.7	250.9
Agosto	578.7	355.4
Septiembre	686.1	410.0
Octubre	800.0	462.3
Noviembre	501.9	259.4
Diciembre	255.7	65.8
		214.4 mm

Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

Figura 6.34. Datos promedios mensuales de cantidad de lluvia de la estación meteorológica de San Juan.



Según datos históricos de la estación San Juan, se establece que el área del proyecto mantiene una lluvia promedio mensual aproximado de 214.4 mm, siendo el mes de octubre el más lluvioso, con un aporte promedio de 462.3 mm y una lluvia máxima de 800 mm. Esta estación se mantiene a unos 6 kilómetros aproximadamente del área del proyecto.

### 6.5.2 Temperatura.

Los datos históricos, más cercanos con relación al parámetro de temperatura lo podemos encontrar en la estación de San Francisco (132-014), comunidad encontrada a unos 2 kilómetros del área del proyecto. La temperatura media anual estimada para esta estación es de 27.1°C; en sus 44 años de registro.

#### Antecedentes de Estación San Francisco (132-014).

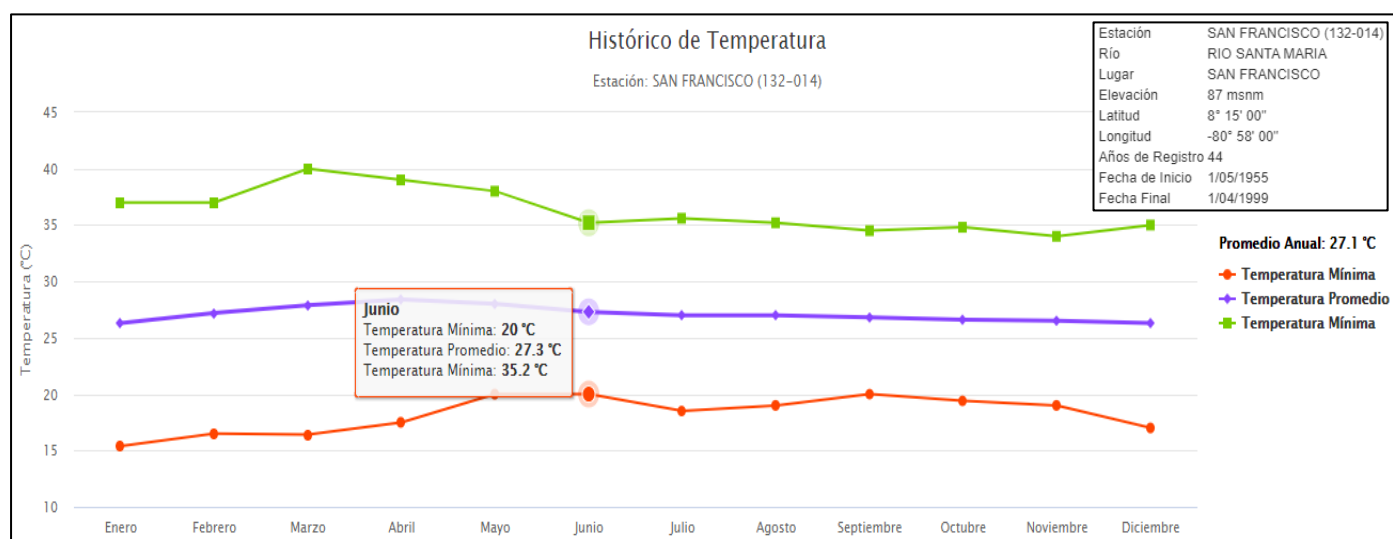
- Lugar: San Francisco.
- Río: Santa María.
- Elevación. 87 msnm.
- Fecha de Inicio: 1/05/1955.
- Fecha final: 1/04/1999.
- Años de registro: 44.

Cuadro.6.17. Datos promedio de temperatura de la estación meteorológica de San Francisco, durante 44 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa.

Mes	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Promedio (°C)
Enero	15.4	37.0	26.3
Febrero	16.5	37.0	27.2
Marzo	16.4	40.0	27.9
Abril	17.5	28.4	39.0
Mayo	20.0	38.0	28.0
Junio	20.0	35.2	27.3
Julio	18.5	35.6	27.0
Agosto	19.0	35.2	27.0
Septiembre	20.0	34.5	26.8
Octubre	19.4	34.8	26.6
Noviembre	19.0	34.0	26.5
Diciembre	17.0	35.0	26.3
Promedio anual			27.1°C

Fuente: www.hidromet.com.pa

Figura 6.35. Datos de la estación meteorológica, Temperatura promedio.



Fuente: www.hidromet.com.pa



### 6.5.3 Humedad Relativa.

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, es una medida que nos funciona como indicador de la evapotranspiración y probabilidad de lluvia. Los datos obtenidos son de la estación de San Francisco arrojando valores de 77.2 % como humedad relativa.

#### Antecedentes de Estación San Francisco (132-014).

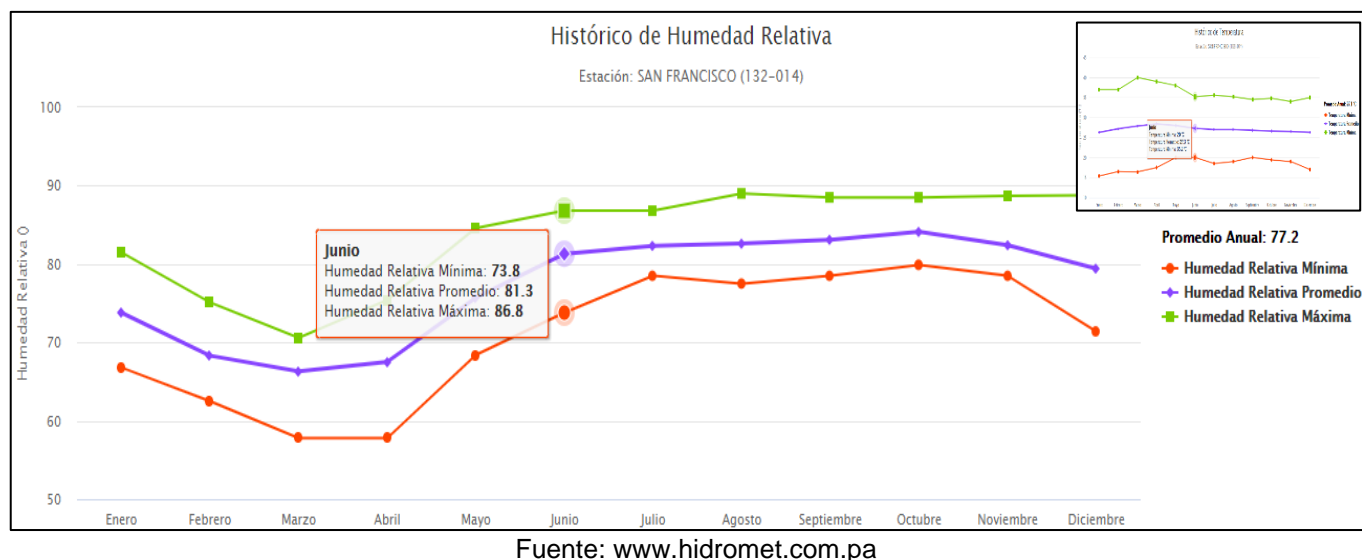
- Lugar: San Francisco.
- Río: Santa María.
- Elevación. 87 msnm.
- Fecha de Inicio: 1/05/1955.
- Fecha final: 1/04/1999.
- Años de registro: 44.

Cuadro.6.18. Datos promedio de Humedad Relativa de la estación meteorológica de San Francisco, durante 44 años, según registro de Hidrometeorología – Etesa.

Mes	Mínima (%)	Máxima (%)	Promedio (%)
Enero	66.8	81.5	73.8
Febrero	62.5	75.1	68.3
Marzo	57.8	70.6	66.3
Abril	57.8	75.4	67.5
Mayo	68.4	84.6	75.7
Junio	73.8	86.8	81.3
Julio	78.5	86.8	82.3
Agosto	77.5	89.0	82.6
Septiembre	78.5	88.5	83.1
Octubre	79.9	88.5	84.1
Noviembre	78.5	88.7	82.4
Diciembre	71.4	88.8	79.4
Promedio anual			77.2%

Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

Figura 6.36. Datos de la estación meteorológica, Humedad relativa.



#### 6.5.4 Velocidad y dirección del viento.

Los registros disponibles de velocidad y dirección del viento, de la estación más cercana del área de estudio, correspondiente a la Estación Santiago (120-002), sugieren variaciones en el transcurso del año durante la estación seca y estación lluviosa. La velocidad del viento anual promedio de la región registrado a 10 metros de altura es de 2.0 m/s.

##### Velocidad.

En la temporada seca, es en donde los vientos presentan la mayor velocidad especialmente en los meses de febrero y marzo, los cuales llegan a un máximo promedio de 2.95 m/s.

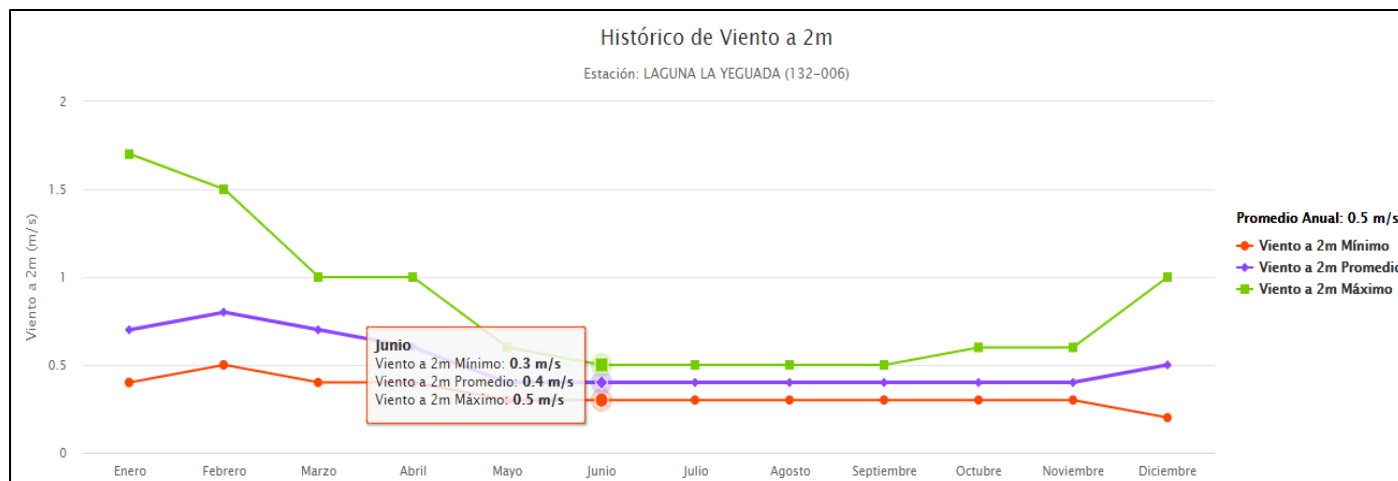
En la Estación Laguna La Yeguada (132-006), con una elevación de 640 msnm, la tendencia se mantiene al igual que la Estación de Santiago, en donde se concentra la mayor velocidad del viento registrado a 2 metros de altura, en los meses de verano, febrero y marzo, con un promedio de 0.75 m/s.

Cuadro 6.19. Velocidad promedio de viento a 2 m. Estación Laguna La Yeguada.

Mes	Mínima (m/s)	Máxima (m/s)	Promedio (m/s)
Enero	0.4	1.7	0.7
Febrero	0.5	1.5	0.8
Marzo	0.4	1.0	0.7
Abril	0.4	1.0	0.6
Mayo	0.3	0.6	0.4
Junio	0.3	0.5	0.4
Julio	0.3	0.5	0.4
Agosto	0.3	0.5	0.4
Septiembre	0.3	0.5	0.4
Octubre	0.3	0.6	0.45
Noviembre	0.3	0.6	0.45
Diciembre	0.2	1.0	0.5
Promedio anual			0.5 m/s

Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

Figura 6.37. Datos de la estación meteorológica Laguna La Yeguada, Velocidad del viento a 2 m.



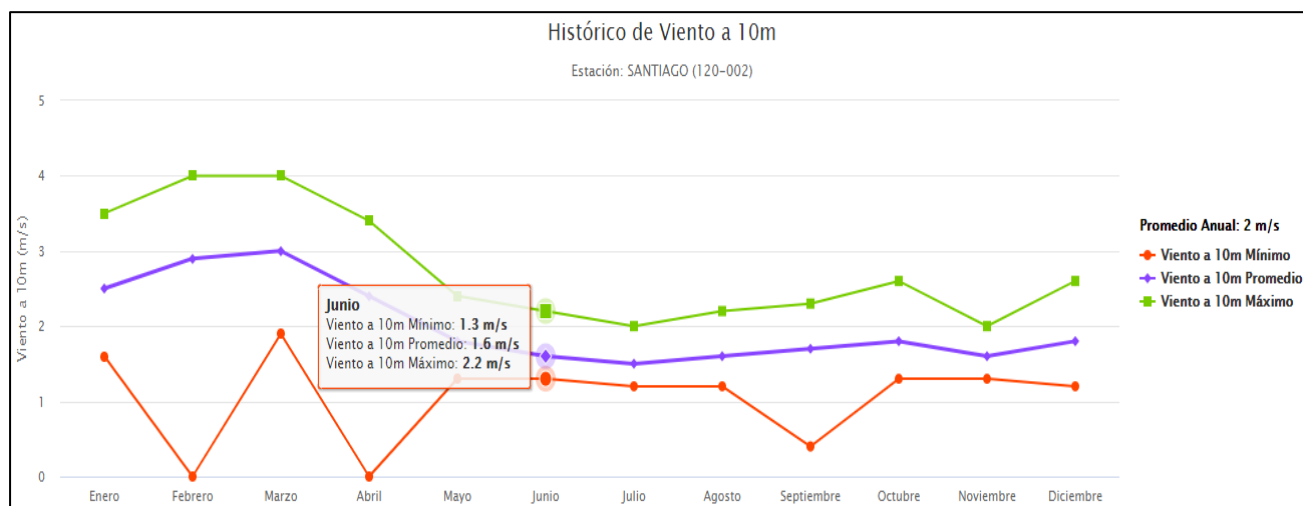
Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

Cuadro 6.20. Velocidad promedio de viento a 10 m. Estación Santiago.

Mes	Mínima (m/s)	Máxima (m/s)	Promedio (m/s)
Enero	1.6	3.5	2.5
Febrero	-	4.0	2.9
Marzo	1.9	4.0	3.0
Abril	-	3.4	2.4
Mayo	1.3	2.4	1.8
Junio	1.3	2.2	1.6
Julio	1.2	2.0	1.5
Agosto	1.2	2.2	1.6
Septiembre	0.4	2.3	1.7
Octubre	1.3	2.6	1.8
Noviembre	1.3	2.0	1.6
Diciembre	1.2	2.6	1.8
Promedio anual			2.0 m/s

Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

Figura 6.38. Datos de la estación meteorológica Santiago. Velocidad del viento a 10 m



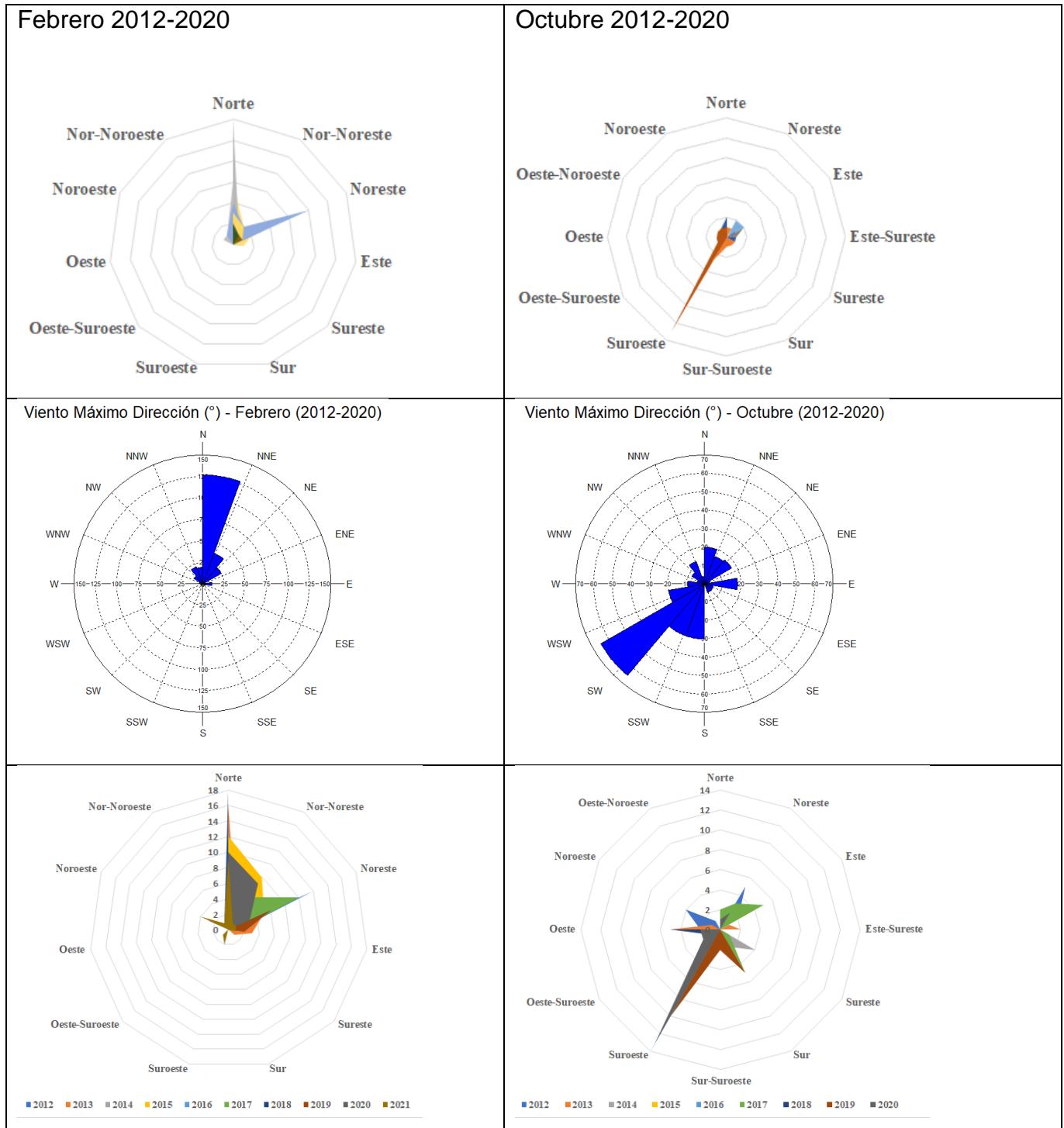
Fuente: [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa)

## Dirección.

En base a información actualizada de la estación meteorológica No. 120-002 propiedad de ETESA ubicada en Santiago de Veraguas, a una elevación aproximada de 80 m.s.n.m. de tipo A-Mixta, mostró que los meses con mayor intensidad de viento son febrero y octubre. Esta velocidad de viento y dirección fue colectada en un rango

de años que va desde 2012 al 2020, teniendo un comportamiento de dirección norte a noreste para el mes de febrero y de suroeste para el mes de octubre.

Figura 6.39. Rosa de vientos de la región donde se ubica el proyecto.



Fuente: CAM, S.A.

## 6.6 HIDROLOGIA.

Este proyecto se ubica en la vertiente del Pacífico Central panameño, dentro de la cuenca hidrográfica N° 132 Río Santa María, tributario principal, el cual tiene una longitud de 168.0 Km. La cuenca abarca un área total 3,326.0 Km<sup>2</sup> y pasa por tres provincias (Veraguas, Coclé y Herrera).

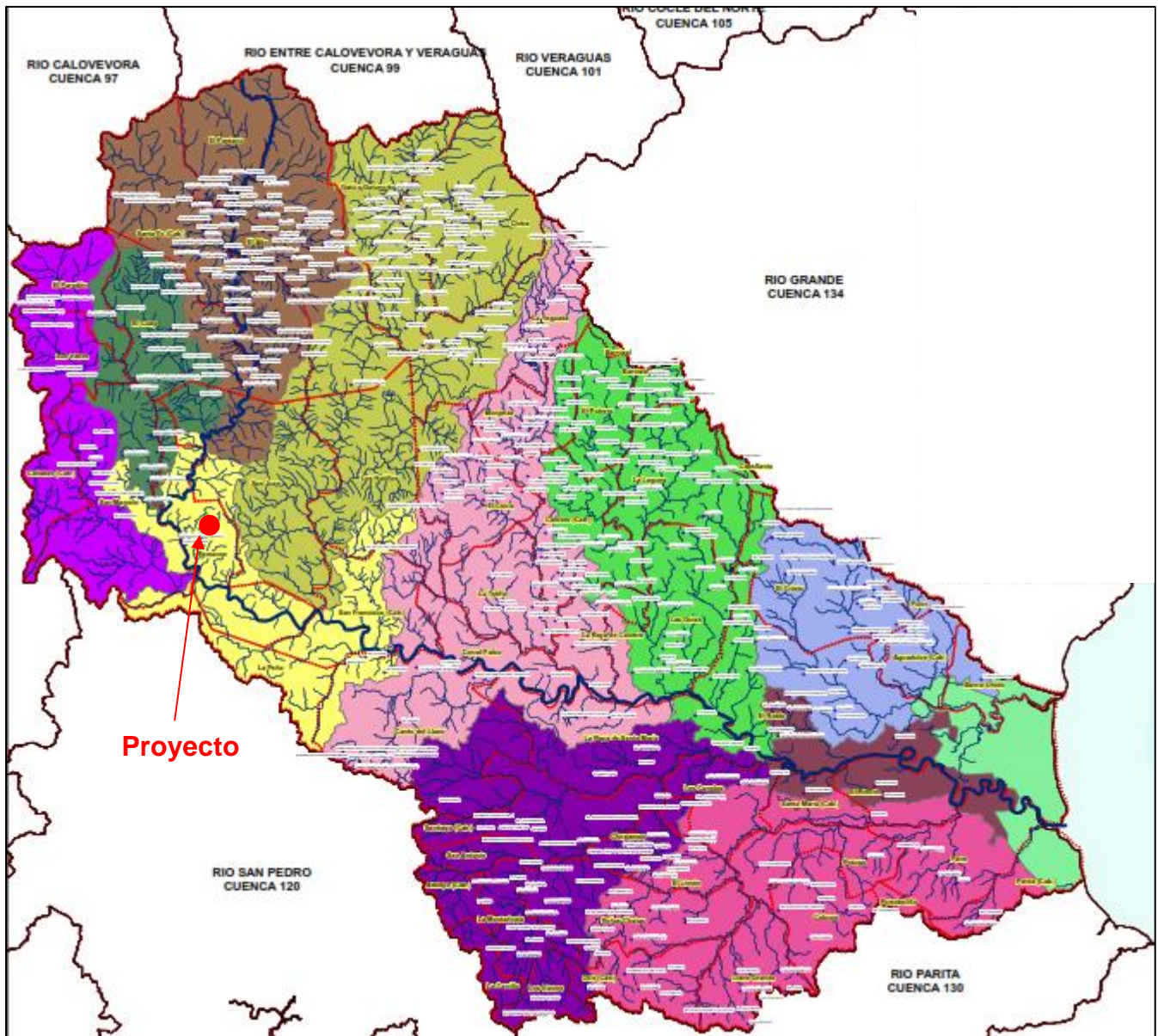
Figura 6.40. Vista satelital de Cuenca Hidrográfica del Río Santa María y ubicación del Proyecto.



Fuente: Google Earth – Datos Geoespaciales, Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).



Figura 6.41. Cuenca Hidrográfica del Río Santa María y ubicación del Proyecto.



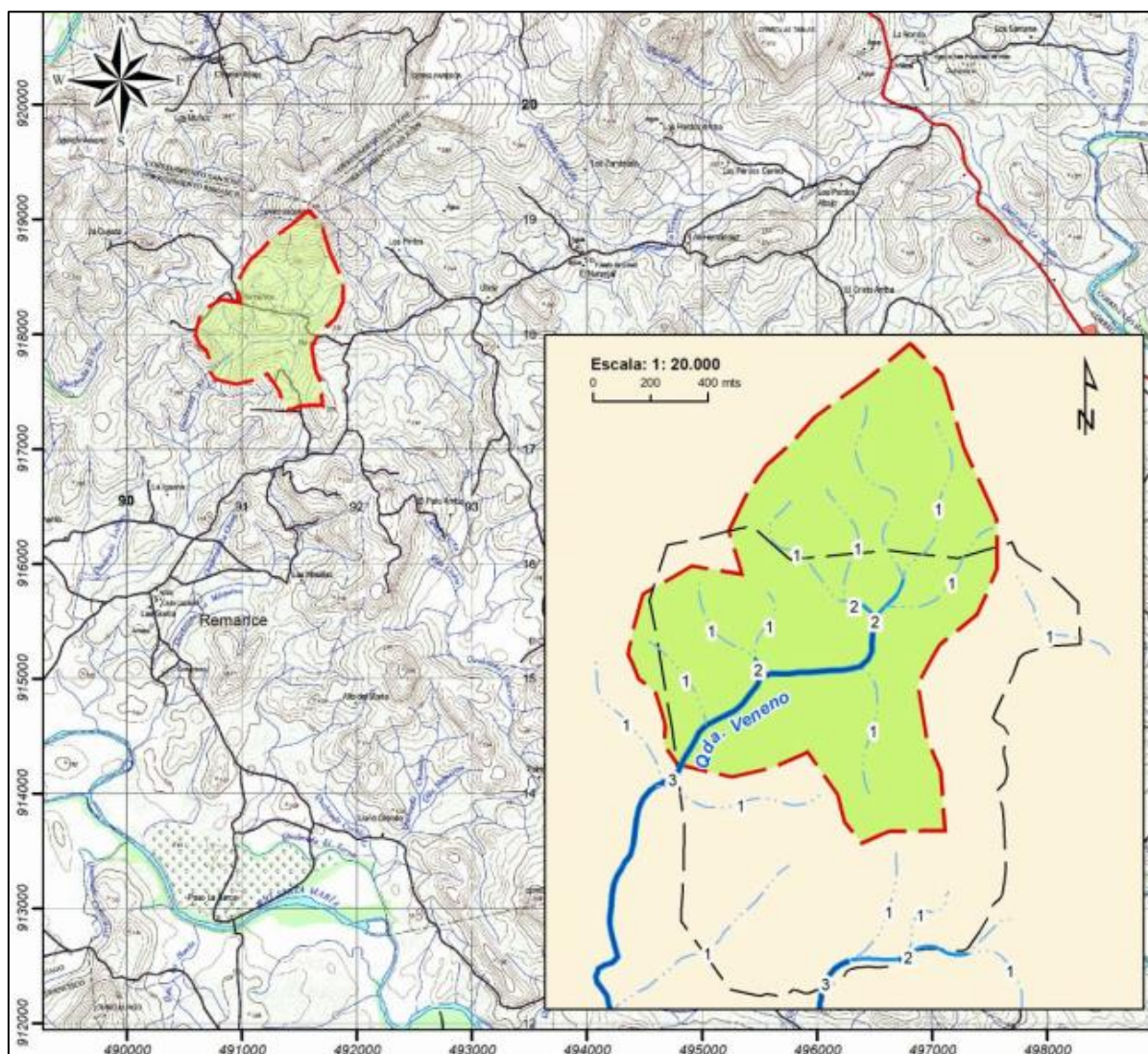
Fuente: Dirección de Seguridad hídrica – Ministerio de Ambiente.

La cuenca 132 limita al norte, con la cuenca hidrográfica del río Calovébora (097), la cuenca hidrográfica del Entre Ríos entre Calovébora y Veraguas (099), al noreste con la cuenca hidrográfica del río Veraguas (101), al noroeste con la cuenca hidrográfica del río San Pablo (118); al sur oeste con la cuenca hidrográfica del río San Pedro (120); al sur con la cuenca hidrográfica del río Parita (130) y al este con la cuenca hidrográfica

del río Grande (134). Su elevación media es de 200 msnm y el punto más alto se encuentra en la Cordillera Central con una elevación de 1528 msnm.

El proyecto se encuentra dentro de la microcuenca de la Quebrada Veneno, su curso de agua principal es la Quebrada El Veneno, cuya longitud aproximada es de 6.12 Km desde su nacimiento en el Cerro Esquinao (340 m.s.n.m) en el corregimiento de Remance, hasta el punto donde deposita sus aguas en el río Santa María (límite corregimental del Remance y San Marcelo). La microcuenca forma parte de la región hídrica de San Francisco, perteneciente a la Cuenca hidrográfica del Río Santa María.

Figura 6.42. Microcuenca de la Quebrada El Veneno.

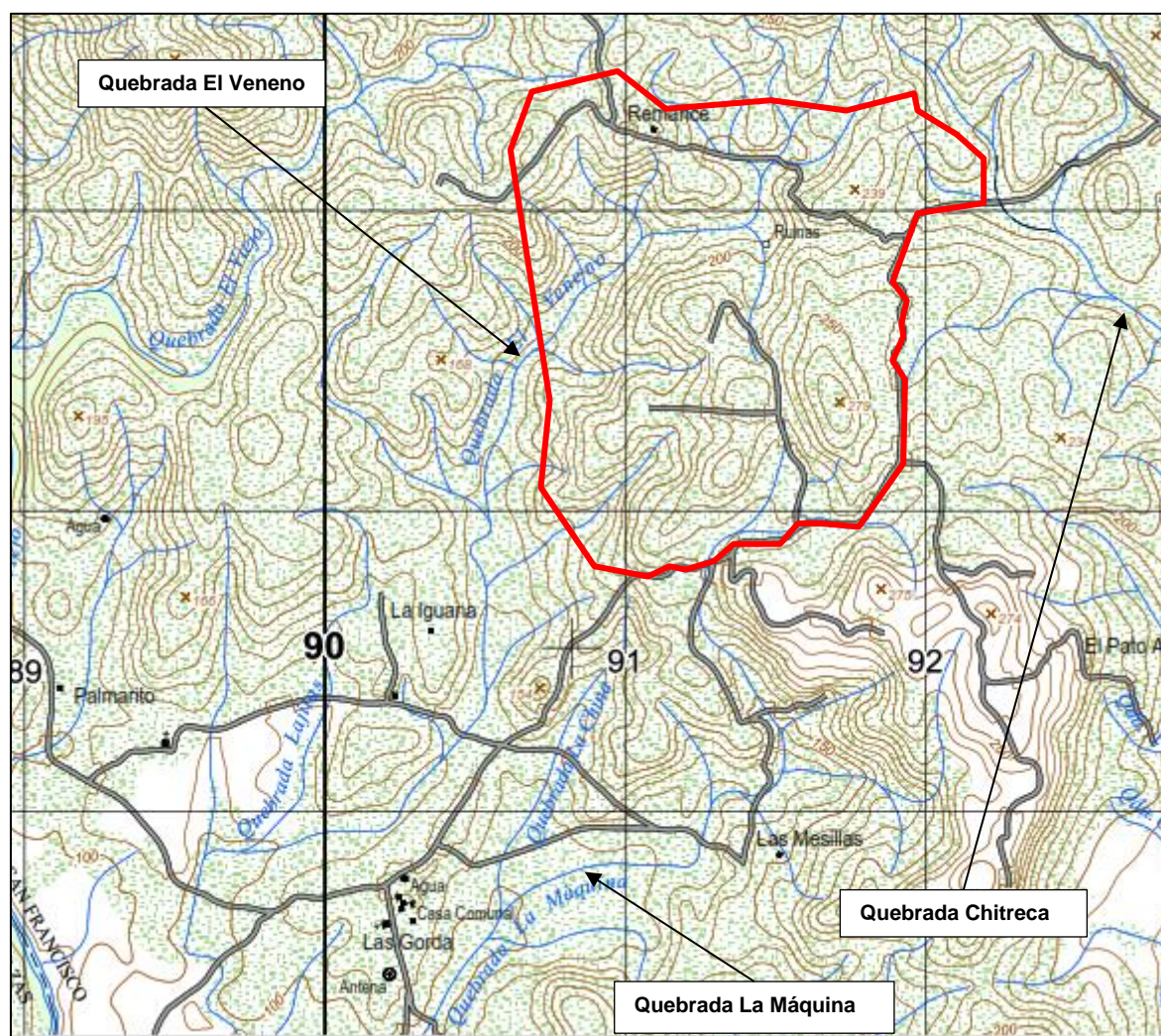


Fuente: Estudio Hidrológico e Hidráulico Tramo de la Quebrada El Veneno. Agosto 2021



Otros afluentes, que circulan por el área del proyecto corresponden, a la Quebrada La Máquina y afluente de la Quebrada Chitreca las cuales presentan una distancia aproximada de 3.5 km y 8.0 km respectivamente, desde el polígono de la finca del proyecto hasta confluir al Río Santa María.

Figura 6.43. Fuentes hídricas naturales presentes en el área del proyecto. Finca N° 447910.



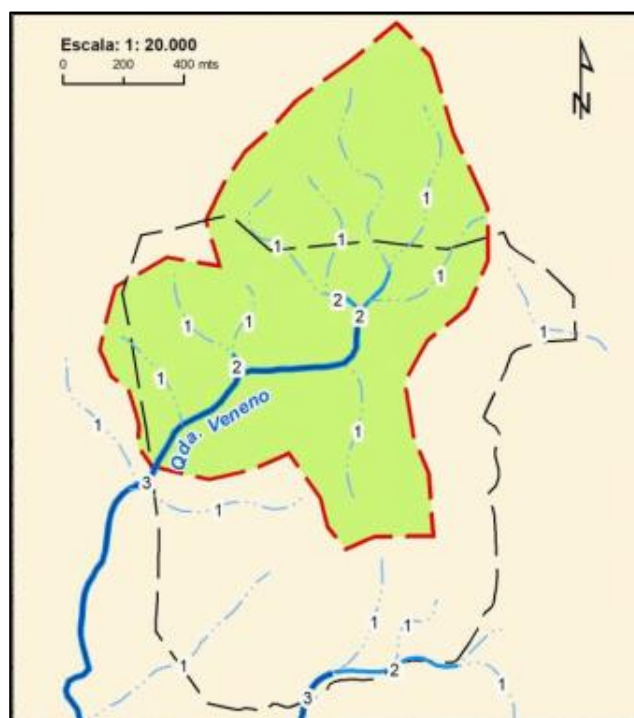
Fuente: Plano Cartográfico 1:25.000. Instituto Tommy Guardia.

## A. Clasificación de drenajes.

Para la clasificación de los drenajes por orden se aplicó el método de Strahler, el cual asigna un orden 1 a todos los vínculos sin afluentes y se les conoce como de primer orden. La clasificación de arroyos aumenta cuando se intersecan con otros se da una confluencia. Por lo tanto, a intersección de dos vínculos de primer orden creará un vínculo de segundo orden, la intersección de dos vínculos de segundo orden creará un vínculo de tercer orden, y así sucesivamente. En la figura 6.9. se presenta la red de drenaje del área de estudio tanto de la microcuenca de la quebrada El Veneno como también de otros drenajes intermitentes dentro del área de estudio.

La mayor parte de los drenajes que están dentro del área de estudio son de primer orden, lo que indica que son tributarios de corta longitud y de áreas de drenaje inferiores a 20 hectáreas.

Figura 6.44. Clasificación de drenajes dentro de la microcuenca de la Quebrada El Veneno



Fuente: Estudio Hidrológico e Hidráulico Tramo de la Quebrada El Veneno. Agosto 2021



Los estudios realizados para el presente trabajo, determinaron que los drenajes de corta longitud dentro del proyecto, son considerados drenajes intermitentes, y de corta duración (eventual).

A continuación, se presentan las fotografías de los drenajes de corta duración próximos al área del proyecto.

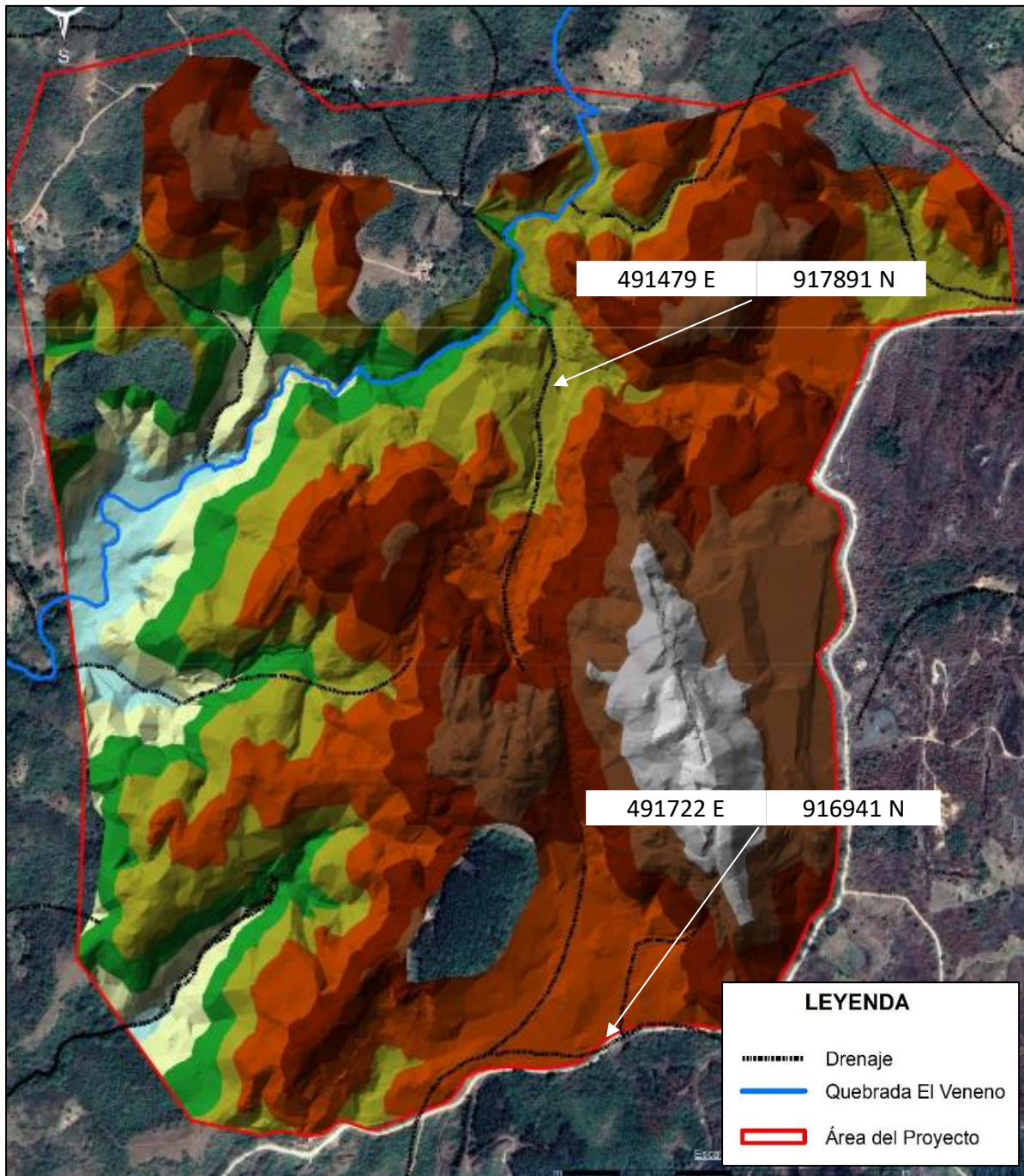
Foto 6.5. Vista de drenajes próximos al proyecto



Fuente: CAM,S.A. - 2021

La presente imagen muestra drenajes secos, a pesar de encontrarse en la temporada lluviosa del año 2021, lo cual ratifica su eventual aporte a los cursos cercanos. A continuación, plano de topografía y la ubicación de los drenajes señalados.

Figura 6.45. Plano de topografía e hidrología del área



Fuente: CAM, S.A. - 2021



## **B. Otras formaciones existentes.**

Dentro del polígono se encuentran formaciones de agua producto de los trabajos realizados con antelación en el terreno, los cuales se mencionan según su ubicación y uso en la actualidad:

- a. Estancamiento afluente de Qda. Chitreca: Ubicado en la parte alta del afluente de la Quebrada Chitreca, se encuentra una sección del cauce estancado, producto de la construcción de una antigua presa, por las empresas que desarrollaron anteriormente el área antes de 1999, con la función de retener las aguas de escorrentías procedentes de la relavera, y así evitar posible contaminación de las aguas. Actualmente los estudios de laboratorios realizados, indican que las aguas no muestran contaminación por minerales o aditivos, según datos obtenidos del monitoreo realizado (resultados de laboratorio con Numero de muestra 2080 – CH-21- Embalse), cuyo único parámetro que se encuentra fuera de los límites permisibles corresponde a Oxígeno Disuelto (5.44), el cual se encuentra por debajo de lo establecido por la normativa D.E N° 75 que es >7,0.

Laguna de peces: Producto de la topografía antropizada (trabajos de la antigua mina) y las quebradas intermitentes, se da origen a embalse de agua artificial, ubicada en la parte alta de Quebrada Veneno. Esta formación es empleada actualmente por personas externas al proyecto y a los propietarios de la finca en estudio, para el cultivo de peces de subsistencia

Figura 6.46. Ubicación de las formaciones presentes en el proyecto.



Fuente: Google Earth – CAMSA 2021

El proyecto contemplará el monitoreo periódico de los recursos hídricos identificados en el área de estudio, para conocer los estados de los mismos, una vez inicien la aplicación de las medidas correctivas, de control y prevención.

El proyecto está diseñado para no tener ninguna injerencia sobre el recurso hídrico ni servidumbre hídrica, salvo en las secciones donde se encuentren vías existentes y necesiten rehabilitar, para el paso del equipo.

### **6.6.1 Calidad del agua superficial.**

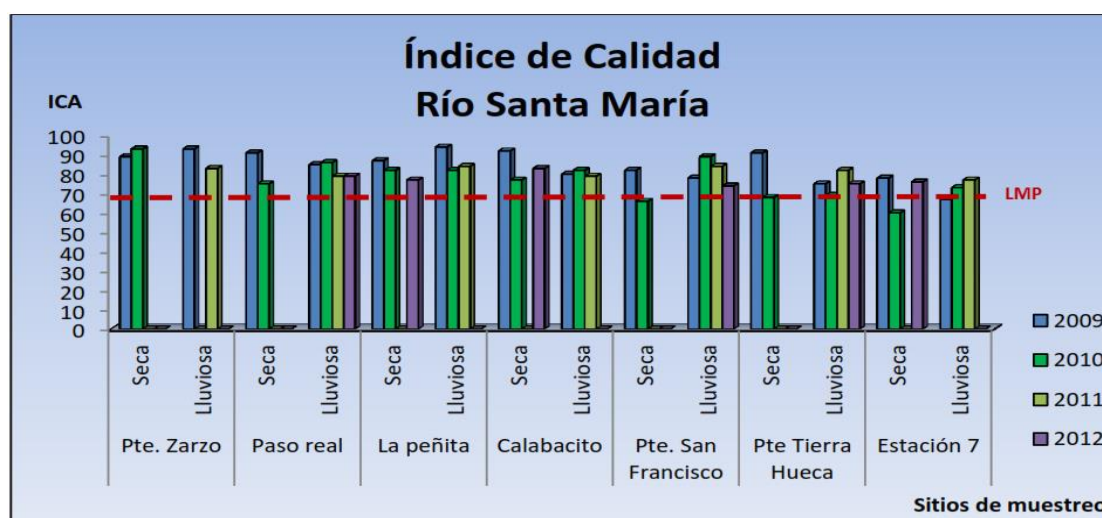
A continuación, se describirá las características de la calidad del agua en la Cuenca Hidrográfica, específicamente el Río Santa María; como también de los tributarios colindantes al área del proyecto.

## A. Calidad de Agua del Río San María.

Basados en los resultados del Informe de monitoreo de calidad de aguas en las Cuencas Hidrográficas de Panamá, Compendio de resultados, años 2009-2012, proporcionados por el Ministerio de Ambiente, se puede observar que la calidad del agua superficial del Río San María, río principal de la Cuenca Hidrográfica del Río San María, se encuentra clasificada con un Índice de Calidad de Agua promedio entre aceptable y regular.

A continuación, se presenta grafico de Índice de calidad de agua (ICA) en el Río Santa María.

Figura 6.47. Índice de calidad de agua en el Río Santa María.



**LMP:** Límite mínimo permitido para aguas de calidad aceptables.

Fuente: Informe de monitoreo de calidad de aguas en las Cuencas Hidrográficas de Panamá Compendio de resultados, años 2009-2012, MiAmbiente (ANAM 2013).

Cuadro 6.21. Tabla de guía rápida para definir el criterio general de la calidad del agua.

Rango	Calidad
91 – 100	No contaminado (excelente).
71 – 90	Aceptable (buena).
51 – 70	Poco contaminado (regular).
26 – 50	Contaminada (mala).
0 – 25	Altamente contaminada (pésima).

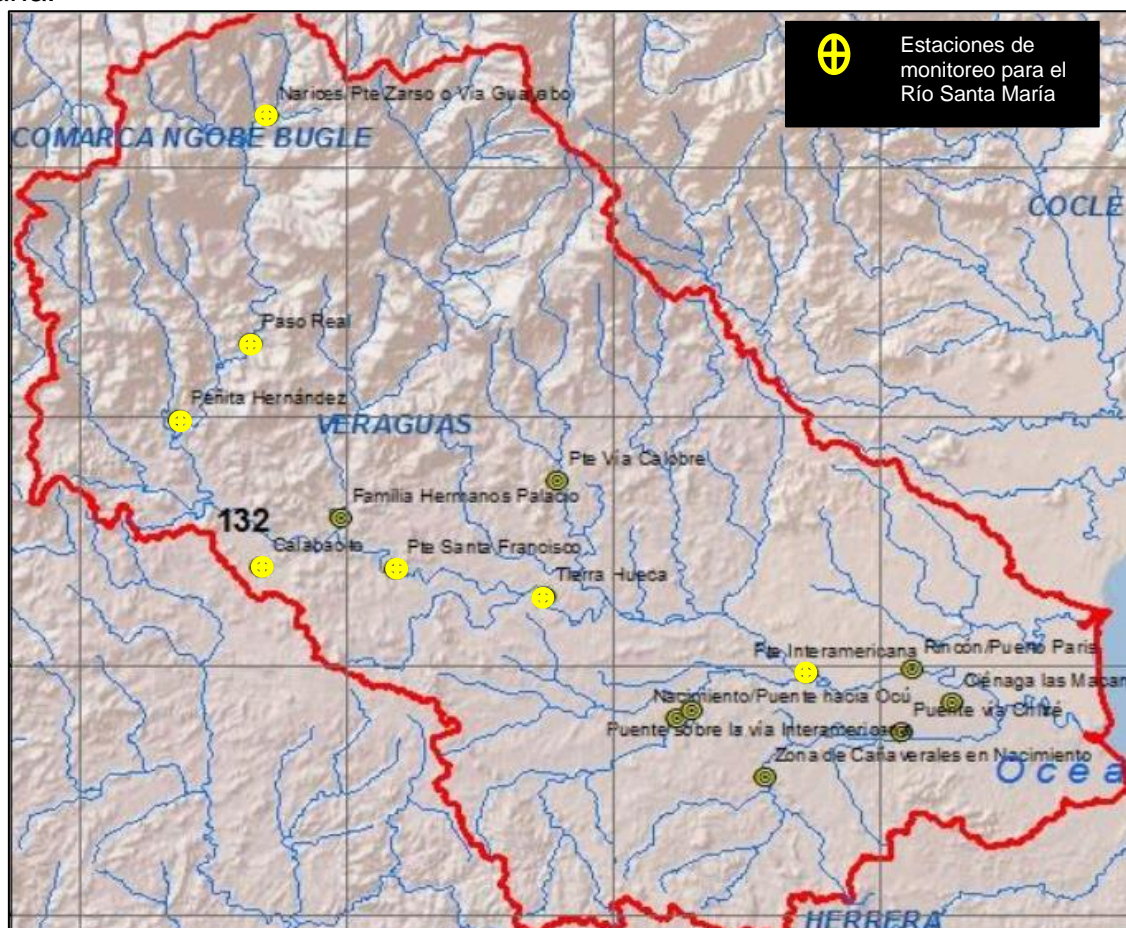
Fuente: Informe de monitoreo de calidad de aguas en las Cuencas Hidrográficas de Panamá Compendio de resultados, años 2009-2012, MiAmbiente (ANAM 2013).



En base a los resultados obtenidos, el Ministerio de Ambiente, sugiere que la calidad del agua del Río Santa María, es apropiada para los siguientes usos: abastecimiento público (previo tratamiento de potabilización), industrial, agricultura, pesca y vida acuática; sin embargo no se recomienda, en algunas de las estaciones, su uso para actividades recreativas de contacto directo.

A continuación, se presenta imagen de la ubicación de las siete (7) estaciones de monitoreo analizadas en el Río Santa María.

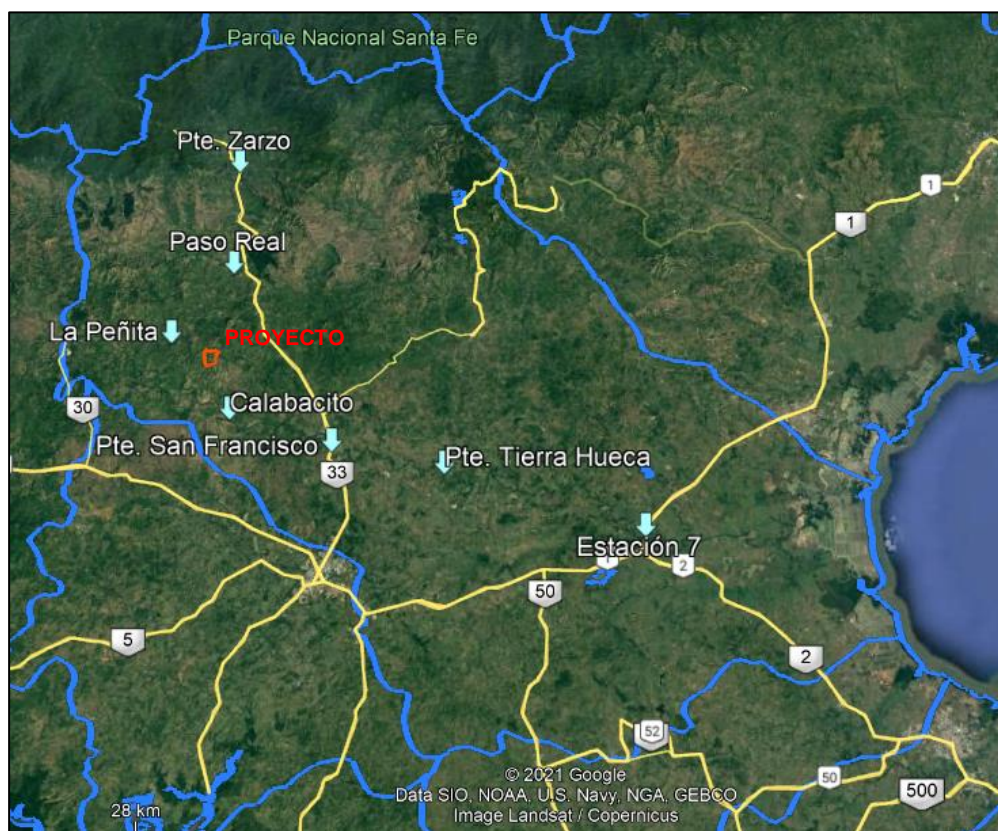
Figura 6.48. Ubicación de las 7 estaciones de monitoreo analizadas en Río Santa María.



Fuente: Informe de monitoreo de calidad de aguas en las Cuencas Hidrográficas de Panamá  
Compendio de resultados, años 2009-2012, MiAmbiente (ANAM 2013).

Se presenta la visualización de las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial del Río Santa María y su cercanía con respecto al área del proyecto.

Figura 6.49. Mapa de ubicación aproximada de las estaciones analizadas, en el Informe de monitoreo de calidad de aguas del Río Santa María, con respecto al área del proyecto.



Fuente: Google Earth.

Con respecto a la ubicación del proyecto, dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río San María, se puede observar que las estaciones La Peñita y Calabacito son las más cercanas. Colocándolas aguas arriba y aguas debajo respectivamente del área donde confluye las aguas procedentes de las quebradas colindantes al proyecto: Quebrada El Veneno, Quebrada La Máquina y Quebrada Chitreca.

La calidad del agua en estos puntos, según resultados del monitoreo realizado en las mismos, se clasifican de buena a excelente calidad. Ver cuadro a continuación.



Cuadro 6.22. Índice de calidad de agua de las estaciones ubicadas aguas arriba y aguas abajo del punto de confluencia de las aguas procedentes de las quebradas colindantes al proyecto.

Estación	2009		2010		2011	2012		Calidad
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Lluviosa	Seca	Lluviosa	
La Peñita	87	94	82	82	84	77	NPI	Buena a Excelente
Calabacito	92	80	77	82	79	83	NPI	Buena a Excelente

**NPI:** no se puede calcular el ICA (número de parámetros incompletos/ND)

Fuente: Datos del Informe de monitoreo de calidad de aguas en las Cuencas Hidrográficas de Panamá Compendio de resultados, años 2009-2012, MiAmbiente (ANAM 2013).

## **B. Calidad de Agua de las quebradas colindantes al área del proyecto.**

Dentro del proyecto se encuentran las Quebrada Veneno, que conforma una microcuenca dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Quebrada La Máquina y Quebrada Chitreca, drenan sus aguas al Río Santa María, ubicado a más de 2.3 km desde los límites de la finca del proyecto, se encuentran fuera de los límites del proyecto (área de afectación directa), es decir, que se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto.

Para conocer la calidad del agua en esta zona en el pasado, se adjuntan datos bibliográficos de estudios de la calidad del agua realizados en la zona en distintos periodos.

**B.1. Estudios en 2009** - Datos de J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

Este punto se centró en los puntos de muestreo colindantes y dentro del área de estudio (Finca 447910).

A continuación, se presenta cuadro de los puntos de muestreos realizados en los estudios de los cuerpos de agua de zona.

Cuadro 6.23. Código, georreferencias y detalles de los puntos de estudio realizado en 2009.

Punto de muestreo	Código de muestra*	Georreferencia		Tipo de uso del recurso	Detalles de Muestreo de Pozos
		Latitud	Longitud		
Piedras Gordas I	<b>AS1-0905</b>	8°16'54.6"	81°05'19.8"	Pozo abandonado	3 muestras tomadas luego de un periodo de bombeo de 30 minutos.
Piedras Gordas II	<b>AS2-0905</b>			Pozo abandonado	
Piedras Gordas III	<b>AS3-0905</b>			Pozo abandonado	
Capilla Piedra Gordas	<b>AS4-0905</b>			Consumo humano	
Cerro Esquinao	<b>AS5-1005</b> <b>AS5-1706</b>	8°18'33.7"	81°04'46.6"	Consumo humano	
El Toro	<b>AS6-1005</b> <b>AS6-1706</b>	8°18'16.2"	81°04'39.8"	Sector afectado por la actividad minera.	
Rampa de la Mina	<b>AS7-1005</b> <b>AS7-1706</b>	8°18'11.9"	81°04'39.4"	Sector afectado por la actividad minera.	
Quebrada Veneno	<b>AS8-1005</b> <b>AS8-1706</b>	8°18'10.7"	81°04'43.6"	Sector afectado por la actividad minera.	
Pozo de la Mina I	<b>AS9-1005</b> <b>AS9-1706</b>	8°17'41.8"	81°04'23.3"	Pozo cerrado	Nivel freático de 1.11 m. Tomas de 15 m y 25 m de profundidad
Pozo de la Mina II	<b>AS10-1005</b> <b>AS10-1706</b>			Pozo cerrado	
El Naranjal	AS11-1005 AS11-1706	8°18'37.2"	81°03'23.1"	Consumo humano	
Los Pardos	AS12-1005	8°19'17.4"	81°02'56.8"	Consumo humano	
Quebrada Cañadilla	AS13-1005 AS13-1706	8°18'53.7"	81°02'12.1"		
*Códigos basados en la temporada de muestreo (lluviosa seca)					

Fuente: Datos de J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

De los puntos de estudio, que se menciona en el cuadro anterior, solo los puntos: Cerro Esquinao, El Toro, Rampa de la Mina, Quebrada Veneno, Pozo de la Mina y Piedras

gordas, serán presentados los resultados del muestreo por encontrarse en colindancia con el área del proyecto.

Se puede observar que varias muestras fueron tomadas en la misma georreferencia, por tal razón, para estos puntos, se nombrará bajo un solo nombre representativo de ubicación en la vista a continuación.

Figura 6.50. Vista de los puntos de muestreos colindantes



Fuente: Google Earth

A continuación, se muestran los resultados de los puntos muestreados colindantes al área del proyecto. Sin embargo, cabe resaltar que para este estudio de 2009 solo se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Potencial de hidrógeno (pH), sólidos disueltos (TDS), temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), conductividad,

turbiedad, dureza, alcalinidad, sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ); además de concentraciones de algunos metales de interés ambiental.

Cuadro 6.24. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en diciembre 2005.

Muestra	T (°C)	PH	Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) <sup>1</sup>	TDS (mg/L)	OD (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Dureza (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	Alcalinidad (mg/L $\text{HCO}_3^-$ )	$\text{Cl}^-$ (mg/L)	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)*	$\text{NO}_3^-$ (mg/L)**
AS1-0905	28,6	5,2	30,1	14	3,5	29,3 ± 2,0	21 ± 3	27 ± 4	3,8 ± 0,3	1,0	0,7 ± 0,3
AS2-0905	28,4	5,0	29,3	14	4,4	24,1 ± 1,2	17 ± 2	23 ± 2	4,7 ± 0,3	1,0	2,1 ± 0,1
AS3-0905	28,5	5,1	40,0	19	3,8	11,8 ± 0,9	28 ± 4	34 ± 4	4,8 ± 0,1	1,0	2,1 ± 0,1
AS4-0905	27,5	5,9	120	58	5,0	1,40 ± 0,03	48 ± 4	72 ± 4	3,3 ± 0,3	1,0	—
AS5-1005	25,7	6,1	62,8	31	7,0	7,8 ± 0,2	68 ± 7	30 ± 4	3,2 ± 0,1	14,0	—
AS6-1005	25,6	6,2	87,6	44	7,1	3,5 ± 0,5	49 ± 2	46 ± 4	2,6 ± 0,1	4,0	—
AS7-1005	28,3	4,4	344,0	161	1,0	30,1 ± 1,0	74 ± 3	13 ± 1	2,5 ± 0,2	140	0,1 ± 0,1
AS8-1005	26,9	5,7	152,0	74	5,9	19,5 ± 0,7	58 ± 5	17 ± 3	3,3 ± 0,3	44,0	—
AS9-1005	27,1	6,7	454,0	227	2,5	1,1 ± 0,2	167 ± 4	256 ± 4	3,7 ± 0,3	1,0	—
AS10-1005	27,5	7,0	577,0	288	2,0	3,0 ± 0,4	175 ± 7	256 ± 4	3,4 ± 0,1	2,0	—

\* s = 0,1 mg/L según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1998.

\*\* Desviaciones estándar calculadas con el programa RLIN en Excel (Leone, 2006)

Fuente: J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

Cuadro 6.25. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en marzo 2006.

Muestra	T (°C)	pH	Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Dureza (mg $\text{CaCO}_3$ /L)	Alcalinidad (mg/L $\text{HCO}_3^-$ )	$\text{Cl}^-$ (mg/L)	$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)**	$\text{NO}_3^-$ (mg/L)**
AS5-1706	24,0	6,2	70,0	34	1,2 ± 0,2	27 ± 1	31 ± 2	3,9 ± 0,1	13,8 ± 0,5	—
AS6-1706	24,0	6,2	112,0	55	1,0 ± 0,1	38 ± 1	70 ± 6	4,4 ± 0,1	15,9 ± 0,5	—
AS7-1706	24,0	5,4	357,0	164	20,2 ± 0,4	78 ± 2	31 ± 1	2,8 ± 0,3	38,35 ± 3,6	0,5 ± 0,1
AS8-1706	24,0	4,0	344,0	161	0,18 ± 0,03	93 ± 2	21 ± 4	5,1 ± 0,3	36,2 ± 3,7	1,0 ± 0,1
AS9-1706	24,0	5,9	161,0	75	1,6 ± 0,3	56 ± 2	106 ± 7	5,3 ± 0,3	8,7 ± 0,1	0,3 ± 0,1
AS10-1706	24,0	6,1	200,0	94	2,4 ± 0,2	59 ± 2	125 ± 4	4,4 ± 0,1	9,4 ± 0,5	0,3 ± 0,1

\*\* Desviaciones estándar calculadas con el programa RLIN en Excel (Leone, 2006)

Fuente: J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

Para la estación seca en algunos puntos de muestreos no se pudieron recoger muestras, por encontrarse secos por la temporada. Por lo cual no fueron registrados en este periodo.

Cuadro 6.26. Cuadro de concentraciones en mg/L de las muestras recolectadas en diciembre 2005.

Muestra	Mn (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Ni (mg/L)	Ba (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)	Si (mg/L)
AS1-0905	0,0547 ± 0,0004	< L.D.	0,1602 ± 0,0007	< L.D.	0,110 ± 0,001	1,40 ± 0,02	0,254 ± 0,080	0,803 ± 0,007	6,48 ± 0,10	1,02 ± 0,02	7,33 ± 0,02
AS2-0905	0,0634 ± 0,0002	< L.D.	0,1277 ± 0,0020	< L.D.	0,0959 ± 0,0008	1,60 ± 0,03	0,222 ± 0,002	0,982 ± 0,005	2,81 ± 0,01	1,196 ± 0,003	7,71 ± 0,02
AS3-0905	0,1075 ± 0,0006	< L.D.	0,1101 ± 0,0008	< L.D.	0,106 ± 0,010	2,07 ± 0,02	0,245 ± 0,003	0,944 ± 0,008	2,066 ± 0,008	1,74 ± 0,01	8,54 ± 0,05
AS4-0905	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,0871 ± 0,0007	3,09 ± 0,10	3,93 ± 0,03	1,08 ± 0,06	0,250 ± 0,005	9,67 ± 0,02	16,50 ± 0,04
AS5-1005	0,020 ± 0,001	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,0531 ± 0,0003	< L.D.	3,72 ± 0,03	< L.D.	0,250 ± 0,007	6,22 ± 0,06	8,94 ± 0,03
AS6-1005	0,1585 ± 0,0004	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,0763 ± 0,0009	2,15 ± 0,09	3,59 ± 0,02	< L.D.	0,7450 ± 0,0008	9,16 ± 0,05	9,98 ± 0,02
AS7-1005	3,303 ± 0,020	0,0768 ± 0,0005	0,149 ± 0,005	0,010 ± 0,001	0,0887 ± 0,0004	6,53 ± 0,10	7,99 ± 0,04	7,57 ± 0,05	20,2 ± 0,1	18,7 ± 0,2	21,81 ± 0,09
AS8-1005	1,10 ± 0,01	< L.D.	0,0449 ± 0,0005	< L.D.	0,0785 ± 0,0001	3,66 ± 0,08	4,92 ± 0,04	2,29 ± 0,02	4,33 ± 0,06	11,54 ± 0,06	13,1 ± 0,1
AS9-1005	0,1904 ± 0,0004	0,0436 ± 0,0004	0,0086 ± 0,0001	< L.D.	0,359 ± 0,006	25,1 ± 0,5	8,74 ± 0,09	4,04 ± 0,03	0,161 ± 0,01	38,1 ± 0,3	11,68 ± 0,02
AS10-1005	0,2121 ± 0,0004	0,1645 ± 0,0001	< L.D.	< L.D.	0,345 ± 0,003	39,4 ± 0,5	8,31 ± 0,06	4,80 ± 0,02	0,233 ± 0,001	36,2 ± 0,5	11,68 ± 0,06

< L.D.: Por debajo del límite de detección

Fuente: J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

Cuadro 6.27. Cuadro de concentraciones en mg/L de las muestras recolectadas en Marzo 2006.

Muestra	Mn (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Ni (mg/L)	Ba (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Fe (mg/L)	Ca (mg/L)
AS5-1706	< L.D.	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,055 ± 0,002	1,388 ± 0,007	2,83 ± 0,02	0,467 ± 0,009	0,038 ± 0,003	6,33 ± 0,04
AS6-1706	0,177 ± 0,001	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,0439 ± 0,0001	4,67 ± 0,03	3,847 ± 0,004	1,79 ± 0,02	0,026 ± 0,001	10,14 ± 0,07
AS7-1706	3,48 ± 0,04	< L.D.	0,101 ± 0,003	0,007 ± 0,003	0,0512 ± 0,0002	8,57 ± 0,08	8,24 ± 0,06	10,0 ± 0,1	18,2 ± 0,2	19,6 ± 0,1
AS8-1706	3,677 ± 0,007	< L.D.	0,128 ± 0,004	< L.D.	0,0497 ± 0,0001	8,1 ± 0,1	8,72 ± 0,07	8,92 ± 0,04	0,156 ± 0,002	22,2 ± 0,1
AS9-1706	0,0131 ± 0,0001	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,1558 ± 0,0005	9,4 ± 0,2	3,90 ± 0,04	2,76 ± 0,02	0,030 ± 0,001	14,7 ± 0,1
AS10-1706	0,0326 ± 0,0003	< L.D.	< L.D.	< L.D.	0,1457 ± 0,0002	17,9 ± 0,1	3,86 ± 0,02	3,19 ± 0,02	0,0217 ± 0,0003	14,27 ± 0,07

< L.D.: Por debajo del límite de detección

Fuente: J. Jaén, 2009, Determinación de arsénico y calidad de las aguas en el área de la Reserva Minera Remance, Franja Aurífera de Veraguas.

Para la estación seca en algunos puntos de muestreos no se pudieron recoger muestras, por encontrarse secos por la temporada. Por lo cual no fueron registrados en este periodo.

De las conclusiones obtenidas, para los presentes resultados de calidad de agua, se presentan las indicadas por J. Jaén, 2009:

- Las aguas de consumo (Piedras Gordas-Capilla, Cerro Esquinao, El Naranjal y los Pardos) presentaron características físicas y químicas dentro de los límites establecidos por el Ministerio de Salud en su manual de Reglamentos Técnicos para Agua Potable; aun cuando algunas de ellas se caracterizaron por poseer un pH ligeramente ácido (menos a 6,5) y valores de turbidez por encima de 1,0 NTU.
- La naturaleza química de las aguas estudiadas es parecida; son aguas bicarbonatadas con excepción de las muestras recogidas dentro del área de la Mina en Remance, las cuales son sulfatadas cálcico-magnésica con altos contenidos de hierro.
- No se detectó arsénico en las aguas utilizadas para el consumo humano con la excepción de la muestra de Piedra Gordas Capilla que tiene un valor de 18 µg/L, algo superior al límite recomendado por la OMS de 10 µg/L. Entre tanto, se encontraron niveles bajos de arsénico, ligeramente por encima de este valor guía, en aguas que no son consumidas por la población residente en el área.
- El análisis multivariado de factores, utilizando el método de componentes principales permitió analizar la relación entre el arsénico y los parámetros físico químico y de calidad de las aguas, encontrándose que los valores de arsénico presentes en las aguas tienen mayor peso en el segundo factor junto al Mn, K, Fe y  $\text{SO}_4^{-2}$  con los cuales se encuentra altamente correlacionado. Además, se demuestra estadísticamente una correlación negativa con el pH, (a menor pH, más acidez y mayor liberación de arsénico) y un comportamiento que no pareciera estar ligado a la concentración de los otros iones presentes en las aguas.



**B.2. Estudios 2014** - Aquatec Laboratorios Analíticos de Panamá, S.A., Muestreo y Análisis de Aguas, informe CH-14-065-001, 2014.

En este periodo se realizan monitoreo de los cuerpos de aguas, dentro del proyecto como colindantes y aguas debajo de los mismos, para conocer la calidad de aguas.

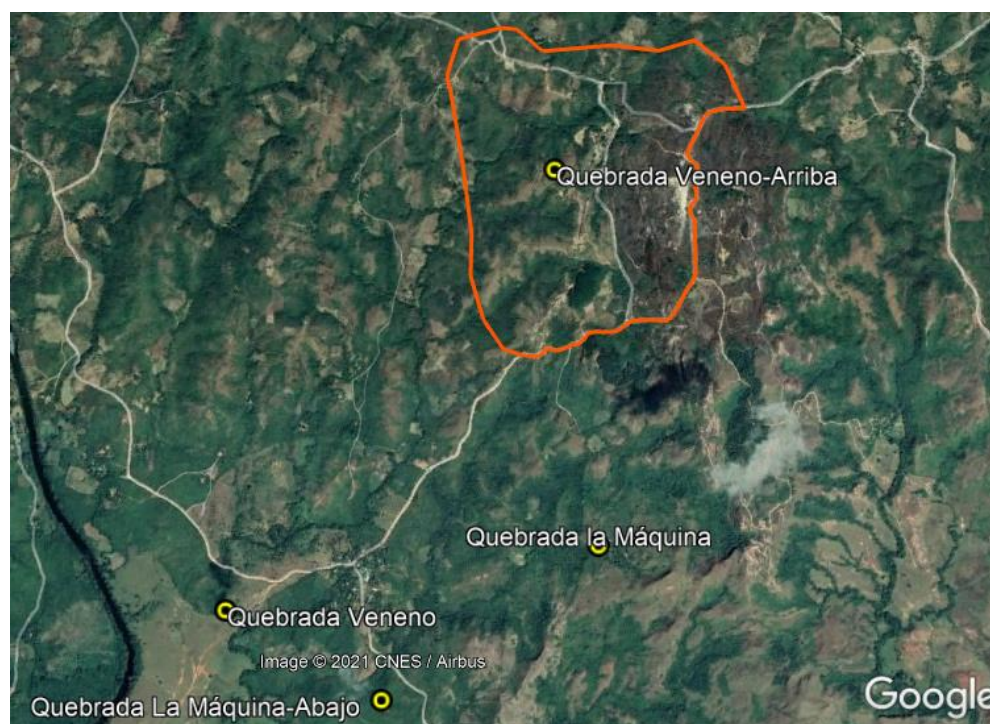
A continuación, se muestran la identificación de las muestras y su ubicación en la zona.

Cuadro 6.28. Identificación de los puntos de muestreos y código de muestras (estudio 2014).

Código	Nombre de Ubicación	Coordenadas UTM de ubicación	
		E	N
250-CH-14	Quebrada la Máquina	491429	915845
251-CH-14	Quebrada La Máquina-Abajo	490348	915089
252-CH-14	Quebrada Veneno	489574	915528
253-CH-14	Quebrada Veneno-Ariba	491221	917714

Fuente: Aquatec Laboratorios Analíticos de Panamá, S.A., Muestreo y Análisis de Aguas, informe CH-14-065-001, 2014.

Figura 6.51. Vista de los puntos de muestreos estudio 2014



Fuente: Google Earth

A continuación, se muestran los resultados de los puntos muestreados colectados. Sin embargo, cabe resaltar que para este estudio de 2014, solo se midieron los siguientes parámetros físico-químicos y bacteriológicos: Potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), sólidos disueltos totales (SDT), sólidos suspendidos (SST), turbiedad (NTU), conductividad (C.E.), cloruros (Cl<sup>-</sup>), dureza (Dur), nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), cloro residual (Cl<sub>2</sub>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), aceites y grasas (AyG), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales (C.F.), alcalinidad (Alc); además de algunos metales (Cadmio, Plomo, Mercurio, Arsénico, Cromo y Níquel).

Cuadro 6.29. Cuadro de parámetros físicos-químicos de las aguas subterráneas y superficiales muestreadas en diciembre 2005.

Parámetros	Resultados				Límite Máximo*
	250-CH-14	251-CH-14	252-CH-14	253-CH-14	
AyG (mg/L)	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Alc. (mg/L)	4,0	12,0	32,0	2,0	N.A.
Cl <sub>2</sub> (mg/L)	0,22	0,21	0,21	0,19	N.A.
Cl (mg/L)	3,3	6,2	5,3	5,3	N.A.
C.F. (UFC/100mL)	93,0	<b>310,0</b>	96,0	<b>840,0</b>	= < 250,0
CE (µS/cm)	79,0	50,6	122,7	187,4	N.A.
DQO (mg/L)	< 3,0	<10,0	< 3,0	<3,0	N.A.
Dur. (mg/L)	26,0	12,0	50,0	62,0	N.A.
PO <sub>4</sub> (mg/L)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	<0,15	N.A.
NO <sub>2</sub> (mg/L)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	<0,05	N.A.
pH	<b>6,21</b>	6,65	6,85	<b>5,79</b>	6,5-8,5
SD (mg/L)	46,0	30,0	74,0	112,0	< 500,0
SS (mg/L)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 50,0
SO <sub>4</sub> (mg/L)	20,08	2,84	14,10	60,94	N.A.
T (°C)	25,70	25,50	25,50	26,00	ΔT°C 3,0
NTU	0,51	1,11	0,67	0,43	< 50,0
<b>Metales</b>					
As (mg/L)	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,026	< 0,1
Cd (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03
Cr (mg/L)	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	N.A.
Hg (mg/L)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ni (mg/L)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	N.A.
Pb (mg/L)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

\*Límite máximo establecido según Decreto Ejecutivo N°75 "Niveles de Calidad Las Aguas Continentales para Uso Recreativo Con y Sin Contacto Directo".

Fuente: Aquatec Laboratorios Analíticos de Panamá, S.A., Muestreo y Análisis de Aguas, informe CH-14-065-001, 2014

Como se puede observar en la tabla anterior, que los parámetros analizados se encuentran en su mayoría dentro del límite máximo permisible (Decreto Ejecutivo N°75), salvo algunos parámetros. A continuación, se presenta tabla de conformidad según los resultados del cuadro 6.25.

Cuadro 6.30. Conformidad de los resultados del estudio realizado en 2014.

Cuadro de conformidad según el Decreto Ejecutivo N°75		
Muestra	Parámetros	Conformidad del resultado
Quebrada la Máquina	pH	No conforme
	T, SDT, SST, NTU, C.E., Cl <sup>-</sup> , Dur., NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Cl <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , AyG, DQO, C.F., Alc; metales (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni)	Conforme
Quebrada La Máquina-Abajo	C.F.	No conforme
	pH, T, SDT, SST, NTU, C.E., Cl <sup>-</sup> , Dur., NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Cl <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , AyG, DQO, Alc; metales (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni)	Conforme
Quebrada Veneno-Arriba	C.F., pH	No conforme
	T, SDT, SST, NTU, C.E., Cl <sup>-</sup> , Dur., NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Cl <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , AyG, DQO, Alc; metales (Cd, Pb, Hg, As, Cr, Ni)	Conforme

Fuente: CAM, S.A., según datos del informe CH-14-065-001, Aquatec Laboratorios Analíticos de Panamá, S.A, 2014.

**B.3. Estudios 2021** - CAM, S.A., según datos del informe CH-14-065-001, EnviroLab, S.A, Reporte de muestreo y análisis de agua superficial y subterránea, informe 2021-CH-110-004, 2021.

Para determinar la calidad de agua de las quebradas existentes en el área de influencia directa e indirecta, se realizó un muestreo en las principales quebradas y pozo existente, siendo estas la Quebrada Veneno, Quebrada Chitreca, Quebrada La Máquina y Pozo Huaití. Para ello se identificaron diversos puntos para muestreo de las aguas de cada recurso hídrico identificado, se realizó la toma de muestra para parámetros físicos, químicos y biológicos; también se incluyó el análisis para

determinar la presencia de metales en el agua. En la sección de anexos se adjunta el informe completo de los muestreos realizados.

Los parámetros incluidos en los análisis de laboratorio, se compararon con lo señalado en las siguientes normativas:

- Decreto Ejecutivo N° 75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo, para comparar las muestras de agua superficial.
- Límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para muestra de agua subterránea.
- También se compara con la DGNTI COPANIT-35-2019, aunque esta normativa es empleada para aguas residuales, sirve como estándar comparativo.

Los puntos de muestreo para los análisis de agua superficial y subterránea son los siguientes.

Cuadro 6.31. Coordenadas geográficas puntos de muestreo para calidad de agua para el proyecto.

No	No. de muestra	Descripción	X	Y
1	2078-CH-21	Quebrada la Máquina - Abajo	491457	916052
2	2079-CH-21	Quebrada Veneno - Arriba	491441	918099
3	2080-CH-21	Embalse	492158	918041
4	2081-CH-21	Pozo Huaití - Prof. 50 pies	491535	917221
5	2082-CH-21	Quebrada Veneno - Abajo	489590	915734

Fuente: EnviroLab, S.A., Reporte de muestreo y análisis de agua superficial, informe 2021-CH-110-004.



**Cuadro 6.32. Resultados de monitoreo de calidad aguas del proyecto.**

Parámetros	Resultados					D.E. 75-2009	OMS	Copanit 35-2019
	2078-CH-21	2079-CH-21	2080-CH-21	2081-CH-21	2082-CH-21	Límite Máximo*		
AyG (mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,0		20
CN (mg/L)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	< 0.01	0,1	0.2
Cl (mg/L)	<1,71	1,80	2,10	<1,71	<1,71	N.A.	250	400
C.T. (UFC/100mL)	101120,00	68945,00	75560,00	104620,00	91390,00	N.A.		1000
CE (µS/cm)	76,15	34,80	42,90	71,10	94,10	N.A.		2000
Cr <sup>6+</sup> (mg/L)	0,02	0,03	<0,02	0,03	<0,02	< 0.05	0,05	0.05
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	<2,00	<2,00	<2,00	<1,00	2,00	< 3		50
DQO (mg/L)	<3,00	<3,00	<3,00	<3,00	4,30	N.A.		100
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	0,28	0,28	<0,21	<0,21	<0,21	N.A.		
P (mg/L)	0,09	0,09	<0,05	0,05	<0,05	N.A.		10
H.C.T. (mg/L)	<0,42	<0,42	<0,42	<0,42	<0,42	< 0.05		5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<2,00	N.A.	45	10
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	N.A.		
N (mg/L)	<1,00	<1,00	15,90	<1,00	<1,00	N.A.		15
OD (mg/L)	6,32	6,27	5,44	4,95	6,37	< 7.0		
C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub>	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	N.A.		0.009
pH (UpH)	7,66	7,50	7,06	5,32	6,94	6,5-8,5		5.5-8.5
S.T.D. (mg/L)	48,00	28,00	28,00	44,00	62,00	< 500,0		500
S.S.T. (mg/L)	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	< 50,0		35
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	3,80	3,80	7,40	5,50	22,40	N.A.	400	1000
S <sup>2-</sup>	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	N.A.		1
T (°C)	26,80	28,80	29,70	27,30	27,30	ΔT°C 3,0		ΔT°C 3,0
NTU	3,96	4,84	2,32	3,91	5,18	< 50,0		30
<b>Metales</b>								
As (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,1	0,05	0.5
Ba (mg/L)	0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	N.A.		
Cd (mg/L)	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	< 0,03		0.01
Ca (mg/L)	0,17	1,50	4,93	5,99	1,60	N.A.	0,005	1000
Cu (mg/L)	0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	N.A.		1
Fe (mg/L)	0,17	0,17	<0,17	0,30	<0,17	N.A.	1	5
Mg (mg/L)	0,22	0,69	2,47	1,48	0,39	N.A.		
Mn (mg/L)	0,03	0,15	<0,03	0,35	<0,03	N.A.		0.5
Hg (mg/L)	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	< 0,01		0.001
Ni (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	N.A.		0.2
Pb (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	< 0,05	0,05	0.050
K (mg/L)	0,03	2,72	0,68	0,83	2,21	N.A.		
Na (mg/L)	0,23	1,88	2,52	3,60	2,41	N.A.	200	35
Zn (mg/L)	0,01	0,019	<0,01	<0,01	<0,01	N.A.	5	3

Fuente: EnviroLab, S.A., Reporte de muestreo y análisis de agua superficial, informe 2021-CH-110-004.



## Resumen de resultados obtenidos, mediante los análisis de laboratorio de agua.

Cuadro 6.33. Conformidad de los resultados del monitoreo realizado.

Muestra	Cuadro de conformidad según el Decreto Ejecutivo N°75		OMS		Copanit 35-2019	
	Parámetros	Conformidad del resultado	Parámetros	Conformidad del resultado	Parámetros	Conformidad del resultado
2078-CH-21	H.C.T, OD,	No conforme			C.T., C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub>	No conforme
	AyG, CN, Cl-, C.T., CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn.	Conforme			AyG, CN, Cl-, CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme
2079-CH-21	H.C.T, OD,	No conforme			C.T., C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub>	No conforme
	AyG, CN, Cl-, C.T., CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme			AyG, CN, Cl-, CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme
2080-CH-21	H.C.T, OD,	No conforme			C.T., C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub>	No conforme
	AyG, CN, Cl-, C.T., CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme			AyG, CN, Cl-, CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme
2081-CH-21			Ca	No conforme	C.T., C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, Mn.	No conforme
			AyG, CN, Cl-, C.T., CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme	AyG, CN, Cl-, CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme

Muestra	Cuadro de conformidad según el Decreto Ejecutivo N°75		OMS		Copanit 35-2019	
	Parámetros	Conformidad del resultado	Parámetros	Conformidad del resultado	Parámetros	Conformidad del resultado
2082-CH-21	H.C.T, OD,	No conforme			C.T., C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , Hg	No conforme
	AyG, CN, Cl-, C.T., CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, C <sub>6</sub> OHCL <sub>5</sub> , pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Hg, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme			AyG, CN, Cl-, CE, Cr <sup>6+</sup> , DBO <sub>5</sub> , DQO, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P, H.C.T, OD, NO <sup>3-</sup> , NO <sup>2-</sup> , N, pH, , SDT, SST, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , S, T, NTU, As, Ba, Cd, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, K, Na. Zn	Conforme

Fuente: CAM, S.A., según datos del informe CH-14-065-001, Aquatec Laboratorios Analíticos de Panamá, S.A, 2014

Las características del suelo, presente en el área del proyecto y su relación con los resultados de calidad de agua superficial que se muestrearon, son acordes a la presencia de minerales metálicos y actividades anteriores de explotación minera. Los resultados de los monitoreos ambientales en calidad de agua, son parte de la línea base que servirán como punto inicial para el desarrollo del programa de monitoreo durante la etapa de construcción, operación y abandono del proyecto durante toda su vida útil.

Cabe destacar que los parámetros de calidad de agua, en los aspectos de interés de metales pesados, se encuentran dentro de la norma nacional e internacional con las que fueron comparados.

Sin embargo, en la identificación de los impactos ambientales, riesgos potenciales y dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA), planes y programas ambientales que componen el contenido del EsIA, abordarán la protección y mitigación de las posibles alteraciones ambientales que puedan presentarse en materia de contaminación por la extracción y el procesamiento del mineral.

### **C. Distancia del proyecto con respecto a las tomas de aguas más cercanas.**

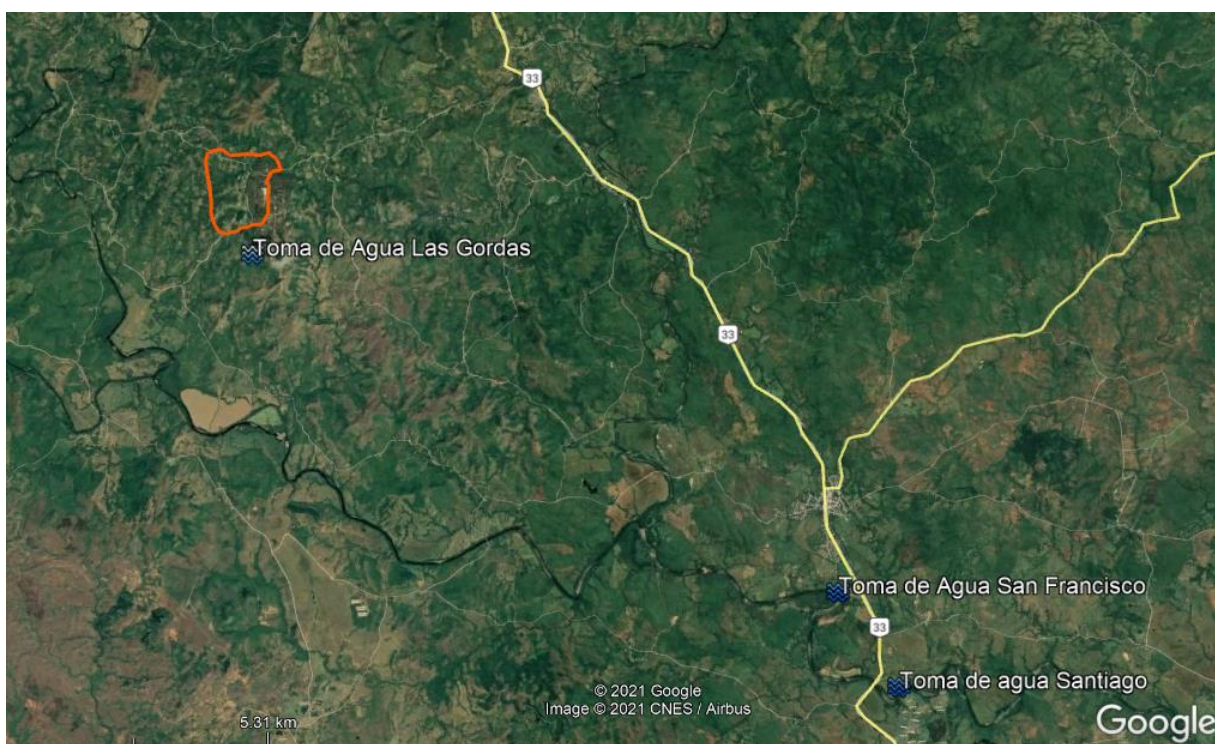
Las tomas de agua para abastecimiento de agua potable para la población (residencias) de las localidades cercanas al proyecto, se encuentran distantes y fuera del área de influencia directa e indirecta de las actividades mineras.

Las distancias son las siguientes:

- Distancia aproximada del proyecto a toma de agua de Las Gordas es de 1.2 kilómetros.
- Distancia aproximada del proyecto a toma de agua de San Francisco es de 21.5 kilómetros aproximadamente, haciendo el recorrido del río Santa María.
- Distancia aproximada del proyecto a toma de agua de Santiago es de 25.6 kilómetros aproximadamente, haciendo el recorrido del río Santa María.

Por lo cual el riesgo de que estas tomas de agua se vean afectadas es sumamente bajo. Ver mapa adjunto.

Figura 6.53. Ubicación de las tomas de aguas cercanas al proyecto.



Fuente: Google Earth.

Adicional, la operación de la mina empleará un sistema de circuito cerrado, donde se previene la contaminación hacia las fuentes hídricas y de ser necesario realizar descargas, estas se realizarán de forma programada, cumpliendo los parámetros establecidos por las autoridades correspondiente y lo establecido en el procedimiento de neutralización o de detoxificación. Por lo cual, los aportes a las aguas de los afluentes al Río Santa María serán mínima.

Dentro de los límites de la Finca N° 447910, se cuenta actualmente con un tanque para el abastecimiento de agua potable, que surte agua potable a las viviendas de los colaboradores de la empresa, ubicadas dentro de la finca. Este tanque de almacenamiento de agua, extrae agua subterránea (pozo), tiene una capacidad de 2000 litros y se encuentra ubicado en las coordenadas 490965.63 E; 918262.07 N. Ver fotografía y mapa de ubicación a continuación.

Foto 6.6. Fotografía de ubicación de tanque de abastecimiento de agua potable.



Fuente: CAM, S.A. Google Earth.

Tanque de almacenamiento de agua para uso potable de las residencias ubicadas dentro de la Finca N° 447910.



Figura 6.54. Ubicación de las tomas de aguas cercanas al proyecto.



Fuente: CAMSA. Google Earth.

#### 6.6.1.a Caudales (Máximo, Mínimo y promedio anual).

Para la estimación de los caudales promedios, máximos y mínimos de la microcuenca de la quebrada El Veneno, se tomó como referencia la estación hidrológica de Gatú (132-03-01), en el río Gatú, ubicada en San Juan, la cual forma parte de un afluente de segundo orden del río Santa María. La estación de Gatú, está ubicada aproximadamente a 8 Km del sitio de estudio de la microcuenca de la Quebrada El Veneno (Ver Figura 6.x), por lo que forma parte de un área homogénea en cuanto al comportamiento del régimen de lluvia y también el régimen de caudales. El método utilizado para el traslado de caudales desde un sitio con información hidrológica hacia uno que no cuenta con instrumentación es el traslado de caudales por relación de área.



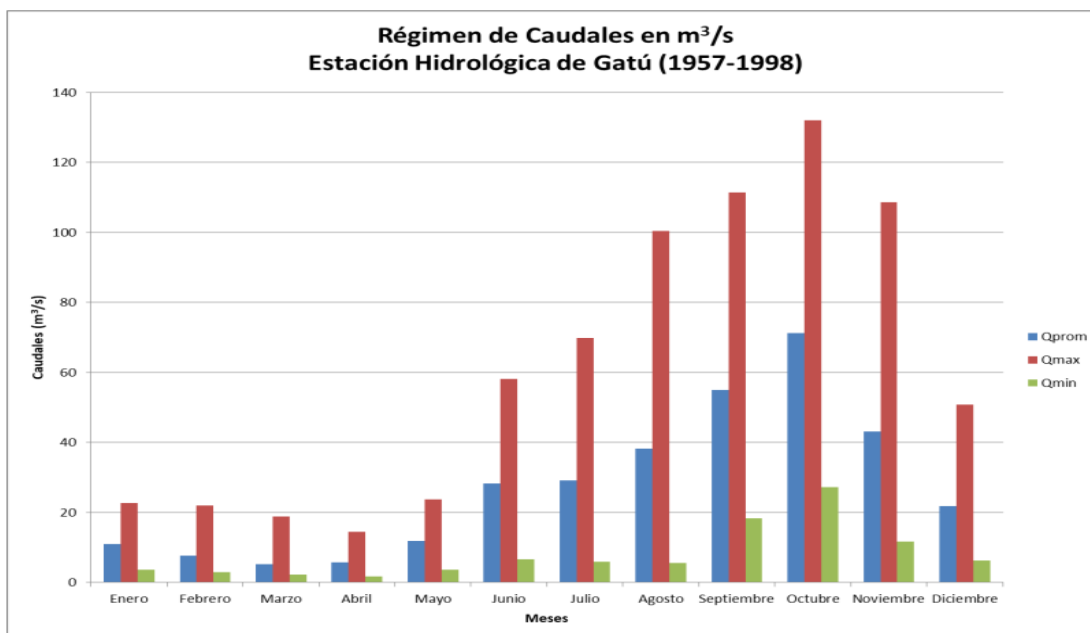
Figura 6.55. Selección de estación de referencia hidrológica entra microcuenca El Veneno y estación Gatú.



Fuente: Estudio Hidrológico e hidráulico de la Quebrada El Veneno.

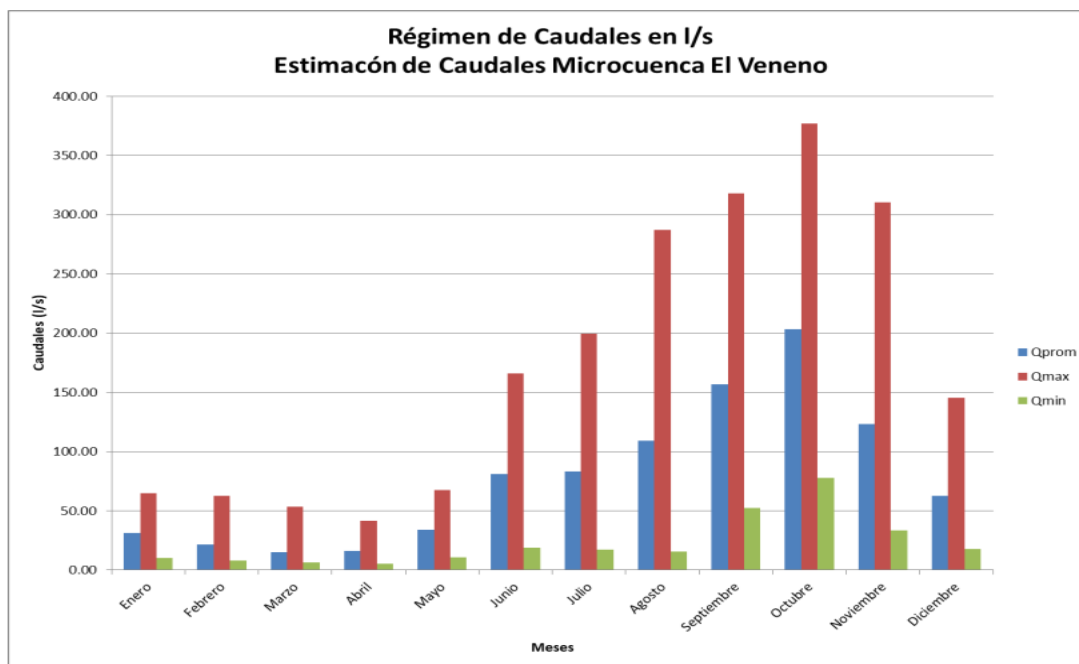
Según los gráficos de distribución mensual de la estación Gatú y de los caudales trasladados a la microcuenca El Veneno, mostrados a continuación, dado que la relación de área de drenaje de la estación hidrológica de Gatú (445 Km<sup>2</sup>) con respecto al área de la microcuenca de la quebrada El Veneno (1.2707 Km<sup>2</sup>), está en el orden de 450 a 1 aproximadamente, los caudales estimados de la quebrada el Veneno son presentados en litros por segundos (l/s). En los cuadros 6.30 y 6.31 se presentados los datos utilizados de la estación Gatú y los estimados para la microcuenca El Veneno.

Figura 6.56. Distribución de caudales promedios, máximos y mínimos mensuales en la estación de Gatú en el río Gatú.



Fuente: Estudio Hidrológico e hidráulico de la Quebrada El Veneno.

Figura 6.57. Distribución de caudales promedios, máximos y mínimos mensuales estimados para la microcuenca de la quebrada El Veneno.



Fuente: Estudio Hidrológico e hidráulico de la Quebrada El Veneno.

Cuadro 6.34. Caudales promedios, máximos y mínimos mensuales medidos en estación Gatú para período 1957-1998.

Meses	Qprom	Qmax	Qmin
	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)
Enero	11	22.7	3.6
Febrero	7.6	22	2.9
Marzo	5.3	18.8	2.2
Abril	5.7	14.5	1.8
Mayo	11.9	23.7	3.7
Junio	28.3	58.1	6.7
Julio	29.2	69.9	6
Agosto	38.2	100.5	5.5
Septiembre	55	111.4	18.4
Octubre	71.3	132	27.2
Noviembre	43.2	108.7	11.7
Diciembre	21.9	50.9	6.2
Promedio	27.38	61.10	7.99

Fuente: Datos históricos de Hidrometeorología de ETESA

Cuadro 6.35. Caudales promedios, máximos y mínimos mensuales estimados para la microcuenca el Veneno por correlación de datos con la estación Gatú.

Meses	Qprom	Qmax	Qmin
	(l/s)	(l/s)	(l/s)
Enero	31.41	64.82	10.28
Febrero	21.70	62.82	8.28
Marzo	15.13	53.68	6.28
Abril	16.28	41.40	5.14
Mayo	33.98	67.68	10.57
Junio	80.81	165.90	19.13
Julio	83.38	199.60	17.13
Agosto	109.08	286.98	15.71
Septiembre	157.05	318.10	52.54
Octubre	203.60	376.93	77.67
Noviembre	123.36	310.39	33.41
Diciembre	62.54	145.35	17.70
Promedio	78.19	174.47	22.82

Fuente: Datos históricos de Hidrometeorología de ETESA

## **A. Caudal Quebrada Veneno.**

Según el Estudio hidrológico (2021) de la Quebrada Veneno, para obtener el caudal de diseño utilizado como base para la simulación hidráulica se aplicó el método racional, ya que permite obtener los caudales para diferentes períodos de retorno en cuencas que cuenten con un área de drenaje inferior a 250 Hectáreas, este método es comúnmente aplicado en drenajes urbanos donde se aplican canales para el drenaje natural de las aguas pluviales.

En este caso de estudio el área de drenaje corresponde a 127.07 Hectáreas respectivamente, por lo que es aplicable el método racional.

Al estimar el caudal de escorrentía mediante el método racional se supone que el valor de la intensidad media de la lluvia a utilizar en los cálculos es el correspondiente a la duración de aquella igual al tiempo de concentración.

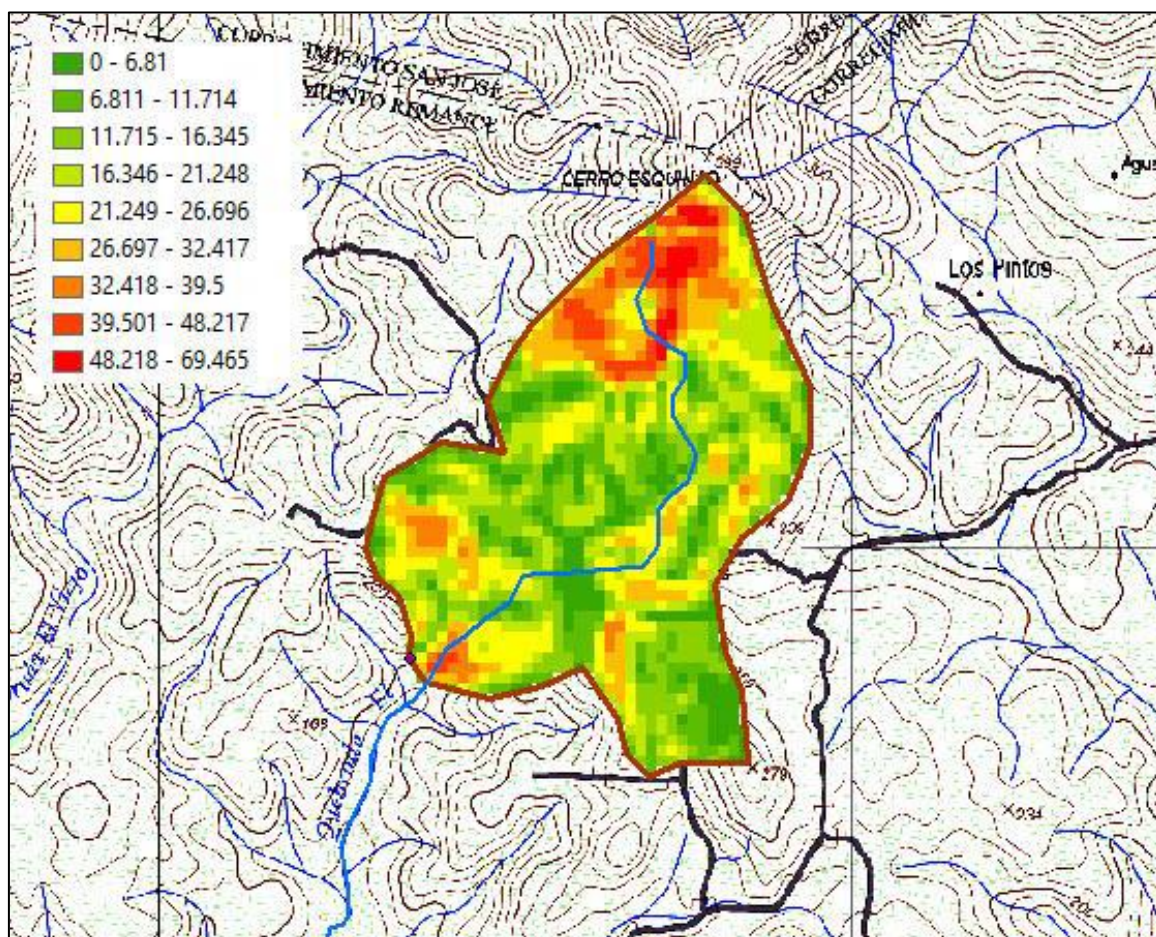
La intensidad de la lluvia ha sido determinada utilizando como referencia las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación meteorológica de Santiago, la cual se encuentra ubicada a una distancia de 28 Kms aproximadamente, pero cuyo régimen de lluvia es homogéneo con una precipitación promedio anual de aproximadamente 2,500 mm. (Según información de Balance Hídrico Superficial de Panamá, periodo 1971-2002).

Para el coeficiente de escorrentía, analizando el desarrollo de la zona de estudio, se estimó un valor de 70% de la microcuenca analizada, por lo que se asigna un coeficiente de 0.70 para los cálculos. El valor se basa en las condiciones de textura del suelo y la cobertura de suelo de la microcuenca de estudio.

La microcuenca de la Quebrada El Veneno, está ubicada en una zona en donde la pendiente es bastante pronunciada en la parte alta, sin embargo, existen otras zonas en donde el porcentaje de pendiente es menor, en promedio el porcentaje de pendiente corresponde a 20%. En la figura siguiente, se presenta la distribución espacial del porcentaje de pendiente de la microcuenca de la quebrada El Veneno.



Figura 6.58. Distribución espacial de la pendiente por porcentaje de aumento de la microcuenca de la quebrada El Veneno.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Para la selección del coeficiente de escorrentía se utilizó como referencia una tabla aplicada al uso del método racional (Ver Cuadro siguiente) que toma como factores la textura de suelo, la cobertura de suelo y el porcentaje de pendiente. El valor estimado fue de 0.65, sin embargo, se hace un ajuste por desarrollo de proyectos y se ajustó a 0.70.



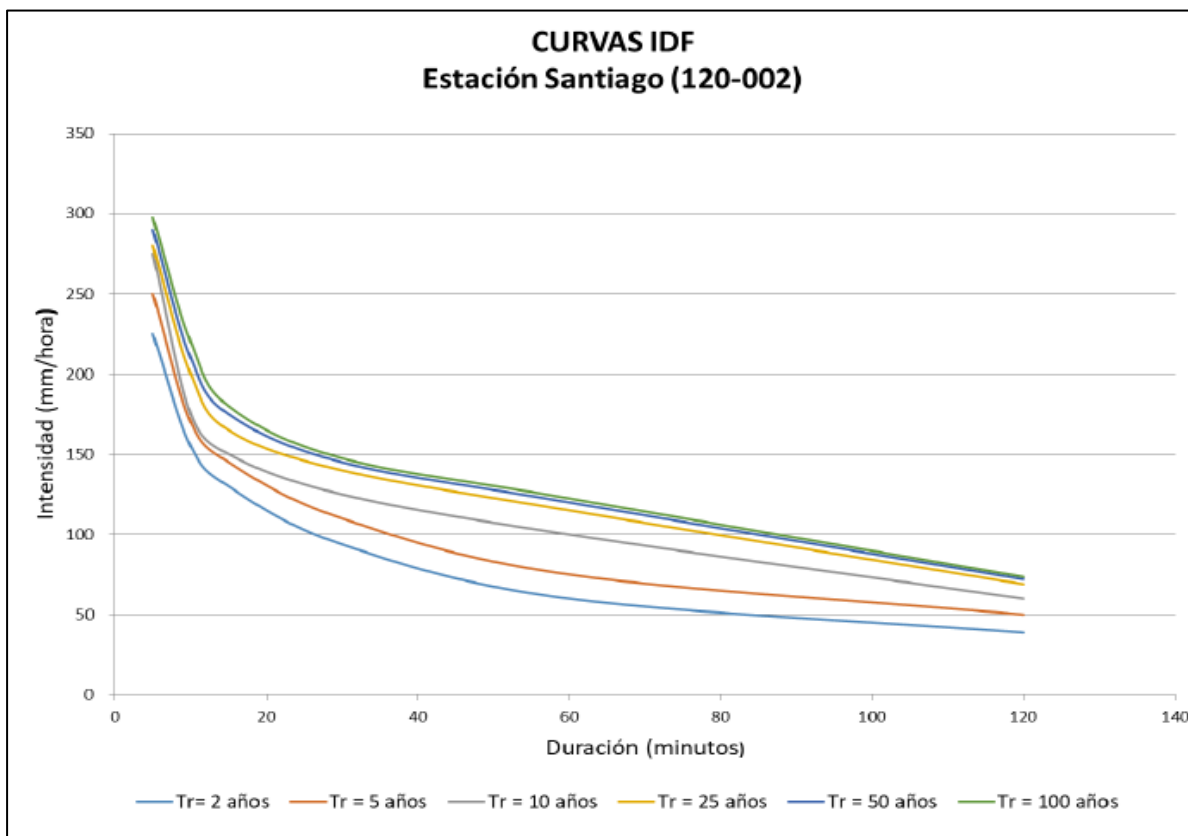
**Cuadro 6.36. Coeficiente de escorrentía para diferentes escenarios de cobertura, textura y pendiente de terreno.**

Cobertura Vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada >50%	Alta 50% - 20%	Media 20% - 8%	Suave 8% - 1%	Despreciable < 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos y vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba y grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques y vegetación densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, 2003.

Para la determinación de la Intensidad de la lluvia (mm/hora), se utilizó como referencia la curva de Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación meteorológica de Santiago, (Ver Figura siguiente). El valor utilizado corresponde a la intensidad de la tormenta de duración de 1 hora y la recurrencia de un evento de 100 años, el cual equivale a un valor de 123 mm/hr.

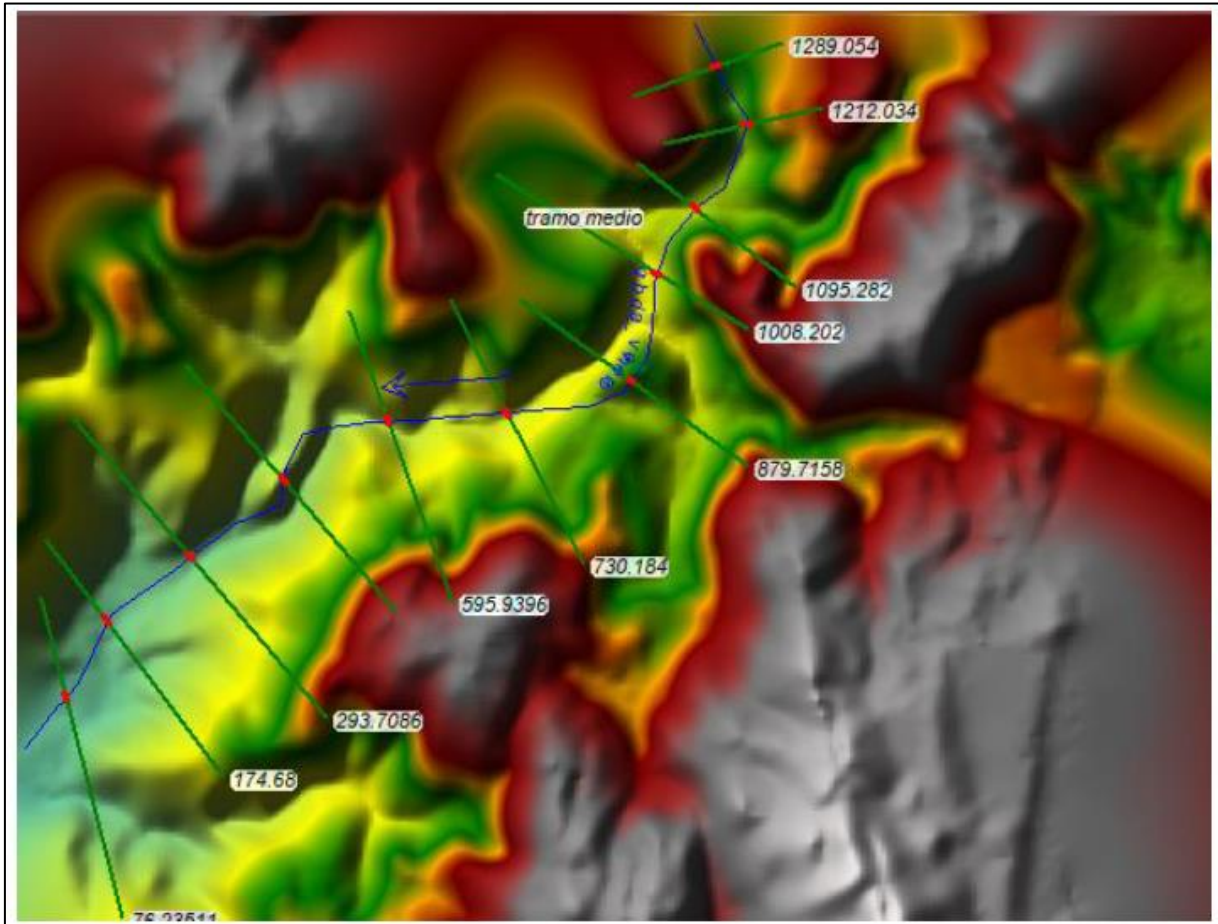
Figura 6.59. Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia de Estación meteorológica de Santiago.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Los resultados obtenidos con la simulación hidráulica de HEC-RAS de un tramo de la quebrada El Veneno, de aproximadamente 1,200 metros bajo la recurrencia de 100 años, se obtuvo lo siguiente:

Figura 6.60. Vista de Planta de Modelo Hidráulico en Hec-Ras con modelo de elevación generado con topografía y batimetría en sitio.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Se utilizó el caudal obtenido de **30.39 m<sup>3</sup>/s** para una recurrencia de 100 años y las condiciones de borde del modelo se tomaron en base a la pendiente normal del cauce de 70 m de diferencial de elevación por cada 1,200 m de longitud del cauce.

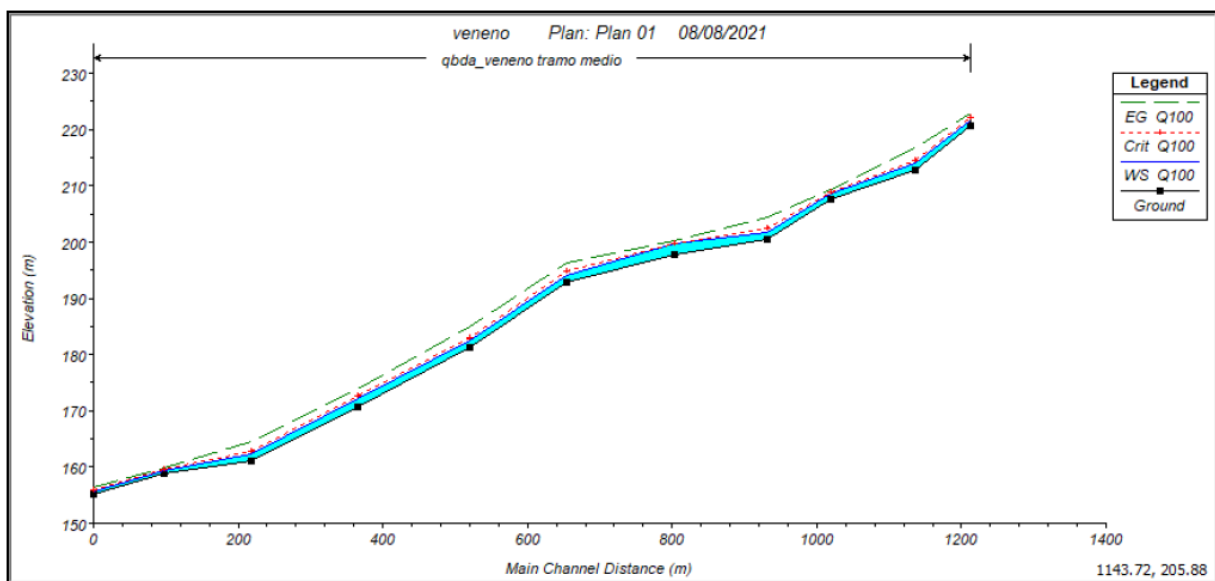
Se aplicaron rugosidades en el lecho del cauce de la quebrada de  $n_1 = 0.030$  y en los bancos de  $n_2 = 0.035$ , tomando en cuenta las condiciones del cauce de tierra canalizado y su planicie que puede ser variable, tomando como referencia los cuadro para valores típicos de coeficiente de Manning en la literatura de **"Hidráulica de Canales Abiertos" (Chow, 1959)**.

Las condiciones de borde del modelo son un parámetro importante dentro de la simulación por tano el análisis hidráulico se divide en dos escenarios:

- Caudal con recurrencia de 100 años (30.39 m<sup>3</sup>/s).
- Pendiente normal de 0.058 m/m.

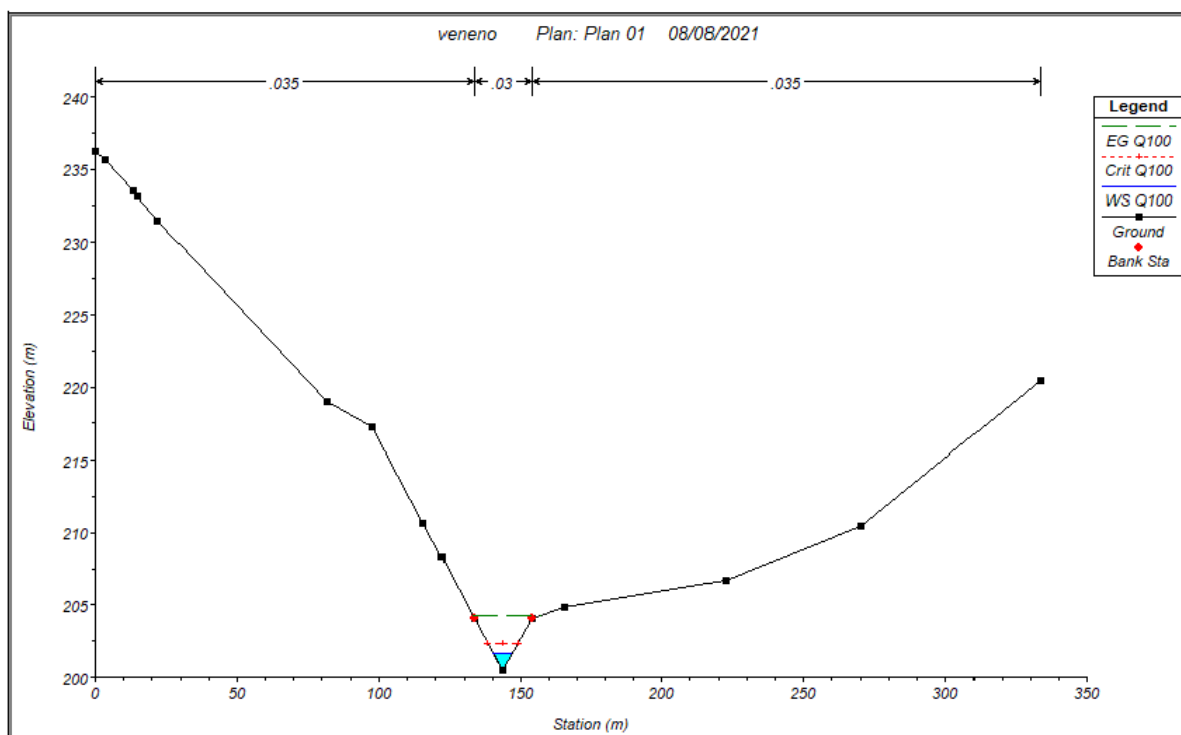
En las siguientes figuras se presentan los resultados de la simulación con Hec -Rac para el escenario del caudal para una recurrencia de 100 años.

Figura 6.61. Perfil longitudinal de tramo de la quebrada El Veneno (recurrencia de 100 años).



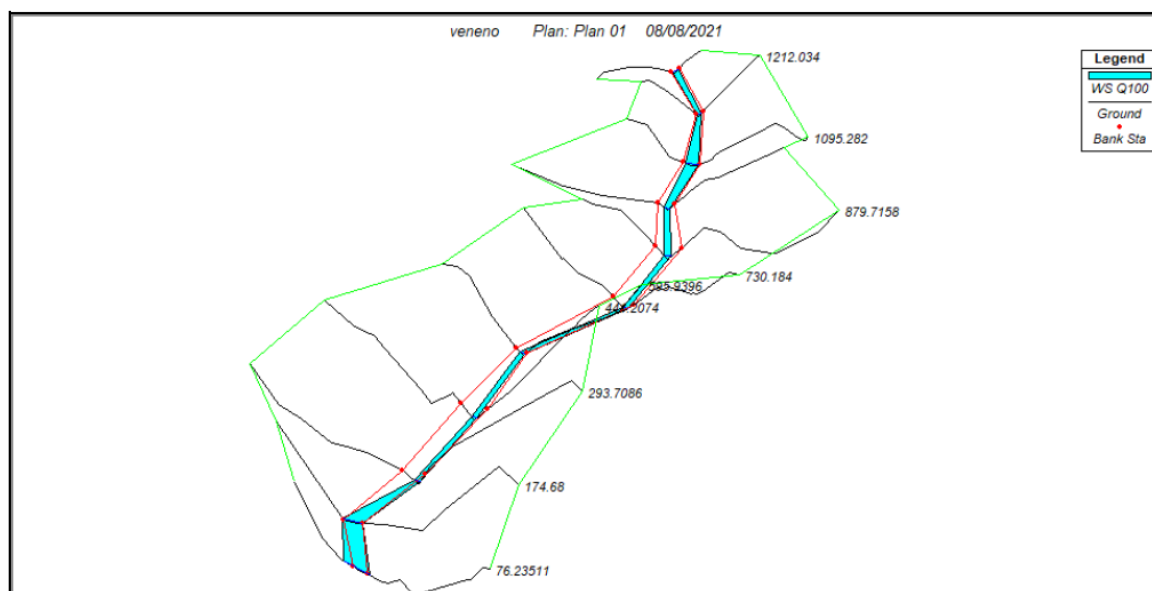
Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Figura 6.62. Sección transversal tramo de la quebrada El Veneno (recurrencia de 100 años).



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Figura 6.63. Tramo de la quebrada El Veneno bajo una recurrencia de 100 años.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.



En el siguiente cuadro se presentan las variables hidráulicas de las secciones que forman parte del tramo simulado de la quebrada El Veneno.

Cuadro 6.37. Variables hidráulicas de secciones del tramo de la quebrada El Veneno.

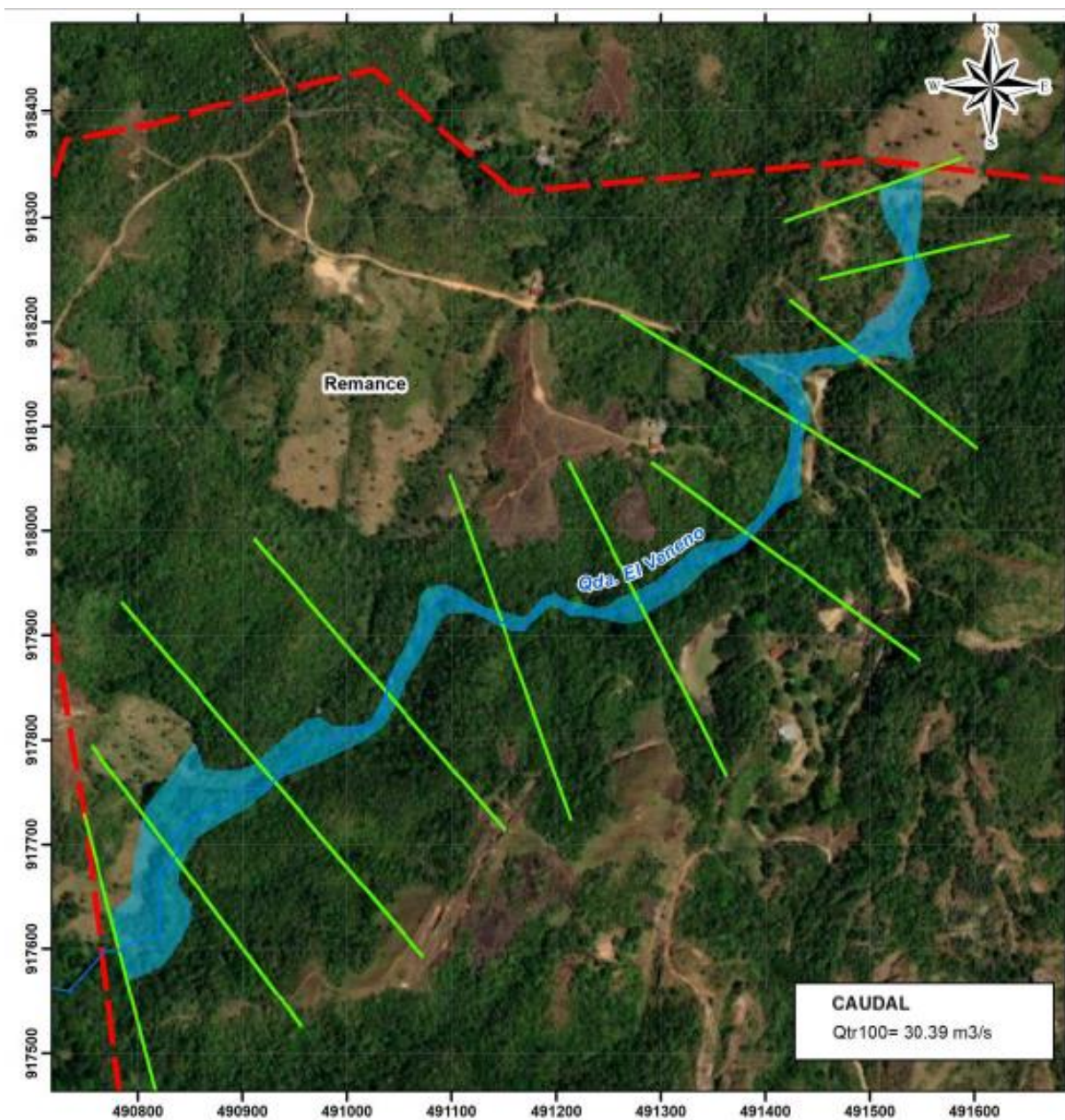
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Yn	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
Qbda. El Veneno	1289.054	Q100	30.39	220.76	221.64	0.88	5.1	5.96	11.61	2.27
Qbda. El Veneno	1212.034	Q100	30.39	212.75	213.91	1.16	7.49	4.06	6.99	3.14
Qbda. El Veneno	1095.282	Q100	30.39	207.57	208.54	0.97	3.88	7.83	16.16	1.78
Qbda. El Veneno	1008.202	Q100	30.39	200.46	201.69	1.23	7.16	4.24	6.91	2.92
Qbda. El Veneno	879.7158	Q100	30.39	197.74	199.64	1.9	3.42	8.89	9.35	1.12
Qbda. El Veneno	730.184	Q100	30.39	192.82	194.17	1.35	6.49	4.68	7.33	2.59
Qbda. El Veneno	595.9396	Q100	30.39	181.27	182.42	1.15	6.95	4.37	7.6	2.93
Qbda. El Veneno	441.2074	Q100	30.39	170.64	172.07	1.43	5.86	5.19	7.26	2.21
Qbda. El Veneno	293.7086	Q100	30.39	161.06	162.28	1.22	6.56	4.63	7.2	2.61
Qbda. El Veneno	174.68	Q100	30.39	158.86	159.47	0.61	2.65	11.53	27.3	1.29
Qbda. El Veneno	76.23511	Q100	30.39	155.21	155.78	0.57	3.8	8.39	50.37	2.26

Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Los bajos valores del tirante hidráulico indican que para una recurrencia de 100 años no existe un riesgo de inundación asociado, sin embargo, se debe respetar la servidumbre fluvial.

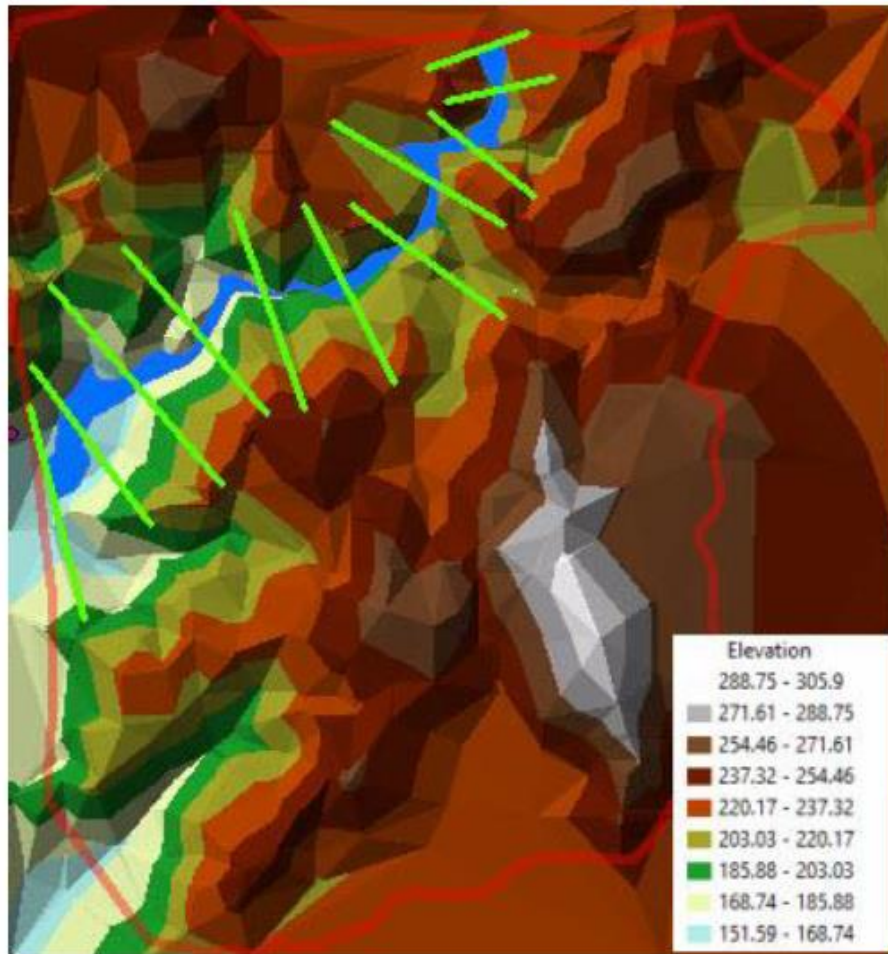
En las figuras siguientes se presenta el mapa de planicie de inundación de tramo de la quebrada El Veneno, para una recurrencia de 100 años y una vista de la planicie con modelo digital de elevación.

Figura 6.64. Mapa de planicie de inundación de tramo de la Quebrada El veneno, bajo una recurrencia de 100 años.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

Figura 6.65. Planicie de inundación de tramo de la quebrada El Veneno, bajo la recurrencia de 100 años en modelo digital de elevación.



Fuente: Estudio Hidrológico Quebrada El Veneno.

## B. Resumen.

- El comportamiento hidrológico de la microcuenca de la Quebrada El Veneno y otros afluentes menores que nacen dentro del área de estudio, corresponde a aportes de flujo menores y nulos en algunos casos, debido al tamaño de los drenajes y a otros factores que inciden en la hidrología como geología, geomorfología, textura de suelo, climatología y otros.
- La aparición de agua empozada en algunos sitios dentro del área de estudio durante exploraciones realizadas se debe a eventos de lluvia que se registran en

la zona y que se empozan en la zona subsuperficial debido a la impermeabilidad que tiene el suelo arcilloso, el cual conforma gran parte del área de estudio. Parte del agua pluvial se drena hacia tributarios; sin embargo, en algunos casos debido a la topografía del terreno la misma se empoza.

- La identificación de tributarios secos que corresponden a drenajes pluviales naturales se debe a corrientes efímeras que solo transportan agua cuando se registra un evento de lluvia en la zona.
- El tramo simulado de la quebrada El Veneno, cuenta con la capacidad para transitar una crecida de 100 años, salvo en la última sección en donde la topografía es mucho más plana.
- Por lo anterior se debe mantener el bosque de galería de dicho recurso hídrico., manteniendo un margen mínimo de 10 metros del centro del cauce en ambos márgenes.

#### **6.6.1.b Corrientes, mareas y oleajes.**

Este punto no aplica, ya que el proyecto no limita con el área costera. el proyecto se encuentra a más de 40 kilómetros de la costa pacífica y a más de 50 kilómetros del litoral caribe.

#### **6.6.2 Aguas subterráneas.**

En el área de estudio se observan cinco (5) perforaciones para instalación de pozos de observación con el objetivo de conocer la profundidad de la identificación de agua o napas subterráneas para pruebas de muestreo y evaluación de uso a futuro.

En el cuadro 6.38. se presentan las coordenadas de la ubicación de los pozos existentes, los cuales fueron perforados para análisis de muestreo y obtener la profundidad a la que se encontró la presencia de agua En el ANEXO C del Estudio Hidrológico e Hidráulico, se presentan imágenes de dichos pozos.



Cuadro 6.38. Localización de pozos de observación en el área de estudio.

Localización de Pozos de Observación				
No.	Punto	X	Y	Profundidad des (pies)
1	P-1-2021	491461	918158	50
2	P-2-2022	491515	917462	220
3	P-3-2023	491881	917753	120
4	P-4-2024	491532	917225	50
5	P-5-2025	491183	916829	80

Fuente: Estudio Hidrológico e Hidráulico de la Quebrada El Veneno.

A continuación, se evidencia mediante fotografías, la ubicación de los pozos, los cuales se encuentran sellados y con tubería de pvc.

Foto 6.7. Vista de pozos de observación.



Fuente: CAM, S.A.

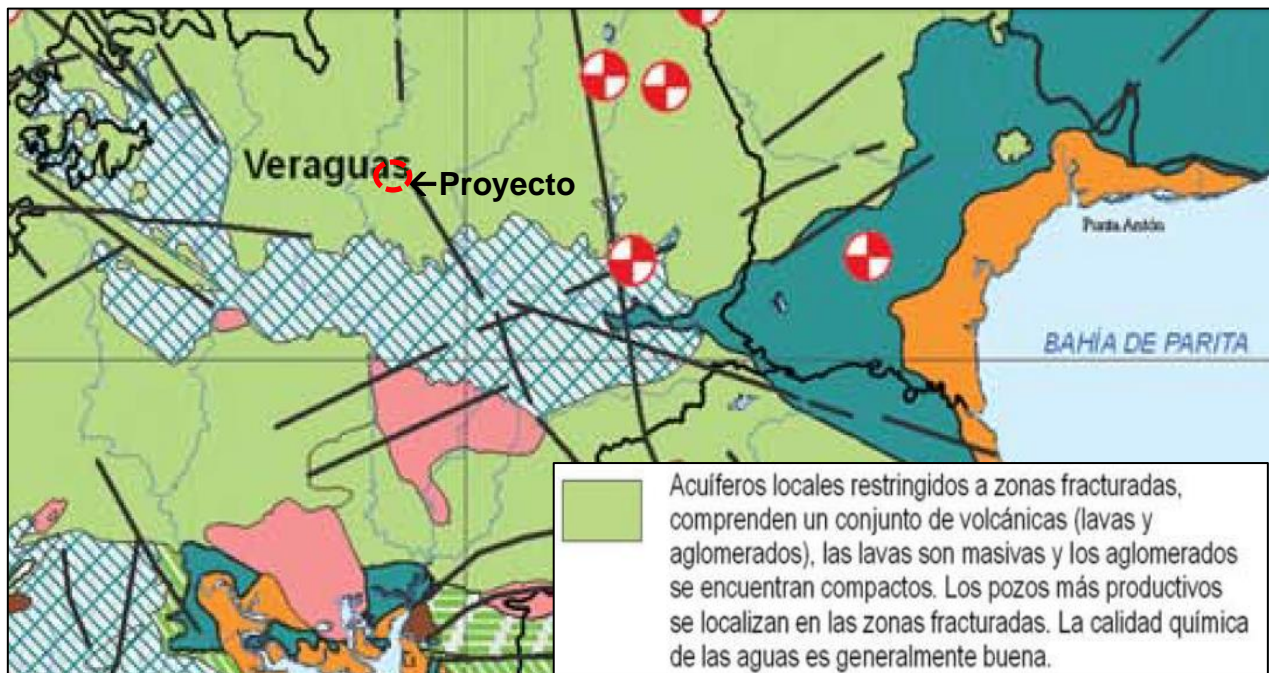


### 6.6.2.a Identificación de Acuífero.

Basados en los datos obtenidos de la información presentada en el mapa Hidrogeológico de Panamá, elaborado por la empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA) editado en 1998, el área del proyecto se encuentra dentro de la unidad Hidrogeológica de TM-CA (Grupo Cañazas) específicamente la formación Tucué.

Esta unidad Hidrogeológica se caracteriza por ser acuíferos predominantemente fisurados (Discontinuos) con permeabilidad Variable y B-1, es decir, moderadamente productivos ( $Q=3-10 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Estos acuíferos son locales restringidos a zonas fracturadas, comprenden un conjunto de volcánicas (lavas y aglomerados), las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran compactos. Los pozos más profundos se localizan en las zonas fracturadas. La calidad de las aguas es generalmente buena

Figura 6.66. Mapa Hidrogeológico de Panamá.



Fuente: Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010.

## 6.7 CALIDAD DEL AIRE.

Al estar ubicado el proyecto en un área asignada como rural, se mantienen con buena calidad del aire siendo el tránsito de vehículos y la quema de terrenos para la siembra, como la principal fuente de gases tóxicos al entorno, así como los principales dispersantes de material particulado, especialmente en época seca. Según resultados, del monitoreo calidad de aire realizado en el área, se concluye que la zona cumple con los niveles de calidad aire interpuestos en el Anteproyecto de Calidad de Aire ambiente y valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

A continuación, se presenta tabla comparativa de resultados de muestreo de calidad de aire.

Cuadro 6.39. Tabla de resultados de muestreo y niveles de calidad de aire.

Contaminante	Resultados de monitoreo CAMSA (1 hora)			Anteproyecto de Por el cual se dictan Normas de Calidad del Aire Ambiente		OMS 2021	
	Utiria	Las Minas de Remance	Piedra Gordas	tiempo promedio	Valores límites	tiempo promedio	Niveles de la guía de calidad de aire (AQQ)
PM 10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	55.5	62.7	10.0	24 horas	150	24 horas	45
PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	59.7	89.4	20.0	-	-	-	-
NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	89.0	13.8	3.8	24 horas	150	1 hora	200
SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	151.8	126.8	146.2	24 horas	365	24 horas	40
						10 minutos	500
CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.1	1.1	1.1	1 hora	30000	1 hora	35000

Fuente: CAM, S.A.. Anteproyecto de Normas de Calidad del Aire Ambiente, 2006. OMS 2021.

Durante la elaboración del este estudio no se detectó presencia de sustancias contaminantes en la atmósfera, como lo serían pesticidas, ya que en sitios aledaños al proyecto se realiza agricultura de subsistencia no mecanizada. Tampoco existe la presencia de industrias o actividad industrial que genere emanaciones de gases a la atmósfera.

Durante las fases de construcción y operación del proyecto, se estima de incremento en las emisiones de gases producto de la combustión interna de la maquinaria y equipos de motor, ya que al requerirse el transporte de equipos y materiales la emisión de gases contaminantes provendrá de la combustión vehicular y de los equipos y maquinaria utilizada en las diferentes actividades de construcción y operación.

En la sección de anexos se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aire realizado en el área donde se pretende desarrollar el proyecto.

### **6.7.1 Ruido.**

En el área del proyecto no presenta fuentes de ruido. El nivel de ruido ambiental residual corresponde con el nivel de ruido cuasi-estático que existe en ausencia de todo ruido identificable, continuo o esporádico que puede originarse de una fuente tal como vehículos motorizados, aviones, etc. Este nivel es llamado o reconocido como el nivel de ruido ambiente o de fondo que se compone de la suma acumulativa de ruidos lejanos indistinguibles originados de fuentes tales como el tráfico automotor de un camino altamente transitado, maquinarias en operación, personas, animales, insectos, etc.

Los niveles máximos de ruido que serían generados por el tipo de maquinaria a ser utilizada en la construcción serán de 85 dBA (a una distancia de 10 metros del equipo). Esto significa que los niveles de ruido serán reducidos a 60 dBA (el sonido de una conversación normal) dentro del área de 180 metros correspondiente a las actividades de construcción, y bajarán a 40 dBA (el sonido en una casa silenciosa) dentro de 2 kilómetros. Al momento de realizar las voladuras o detonación de explosivos para hacer el corte en las rocas, se dará un incremento puntual y temporal en los niveles de ruido registrados en el área.

A continuación, se presentan los registros de las mediciones de ruido ambiental realizado a las comunidades más cercanas al área del proyecto. Las mismas son realizadas como línea base, para constar el estado del ruido ambiental actualmente en la zona.

Cuadro 6.40. Niveles de ruidos en comunidades cercanas al punto de estudio.

Localización	Nivel medido (dBA)	Turno	LMP (dBA)*
Piedra Gordas	59.6	Diurno	60
Las Minas de Remance	60.5	Diurno	
Utiria	59.1	Diurno	
* Decreto Ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004			

Fuente: CAM, S.A.

Según los resultados obtenidos se puede constatar que el punto de la comunidad de Las Minas del Remance, están por encima del límite normado. En la sección de anexos se presenta el informe de monitoreo de ruido ambiente completo.

### 6.7.1.1 Vibraciones.

Al momento de realizar la inspección al sitio del proyecto y circundantes, no se detectaron fuentes artificiales emisoras de vibraciones; salvo las causadas por el tráfico vehicular, los cuales no representaron ningún valor por encima del límite permitido en la norma aplicable.

Cuadro 6.41. Niveles de vibración en comunidades cercanas al punto de estudio.

Localización	Eje dominante (mm/s)	Frecuencia (Hz)	LMP
Piedra Gordas	0.859	32	50 mm/s a 4 Hz
Las Minas de Remance	1.561	>100	
Utiria	0.457	85	
Infraestructura existente	3.649	64	
* Anteproyecto de Ley para las afectaciones a las edificaciones en la República de Panamá			

Fuente: CAM, S.A.

En los anexos del presente documento, se adjunta el informe de vibraciones, realizado en las áreas pobladas más cercanas al área de estudio; para conocer los niveles de vibración y las frecuencias de las áreas colindantes al proyecto.

### **6.7.2 Olores.**

Al momento de realizar las vistas al sitio del proyecto no se detectaron fuentes artificiales emisoras de olores molestos.

## **6.8 ANTECEDENTES SOBRE LA VULNERABILIDAD FRENTE A AMENAZAS NATURALES EN EL ÁREA.**

El área del proyecto, no se encuentra en una zona vulnerable a huracanes ni sismos. No existen registros de amenazas naturales en el área de ejecución del proyecto, ni precedentes de desastres naturales. Cabe mencionar que, la sismicidad en esta zona es muy baja.

A continuación, se procede a mencionar los antecedentes de vulnerabilidad que enfrenta el área del proyecto frente a distintas amenazas naturales.

### **6.8.1 Condiciones Sismológicas de Panamá.**

El Istmo de Panamá, está localizado en la microplaca o bloque de Panamá (Kellog et al., 1985; 1989). Este bloque está limitado por las cuatro placas siguientes: Placa Caribe hacia el norte y oeste; la Placa Coco hacia el suroeste, la Placa Nazca hacia el sur y la Placa Suramericana hacia el este.

El límite norte está constituido por un sistema de fallas inversas y plegamientos denominado Cinturón Deformado del Norte de Panamá (Bowin, 1976; Case et al., 1990). El límite oeste está definido por un complejo de fallas, donde predominan las inversas y las de desplazamiento de rumbo dextral (Astorga et al., 1991; Montero). El límite este está localizado en la región central de Costa Rica. El límite sur está caracterizado por dos fosas: la Mesoamericana hacia el suroeste, y la de Panamá, hacia el sur sureste. El límite este no está muy bien definido ya que la zona del Darién y el Atrato denominada el Cinturón Deformado del Este de Panamá (Case, 1980; Kolarsky, 1992), es una zona de deformación difusa.



Ubicado en el extremo suroeste de país, frontera con Costa Rica, se detecta un punto triple difuso denominada la Zona de Ruptura de Panamá, el cual se ha planteado que está ubicado bajo la península de Burica o al sur de ella, en la intersección de la zona de subducción de Centroamérica y la Zona de Fractura de Panamá; ubicando el área en una de las zonas sísmica más activas de Centroamérica y del Istmo de Panamá.

A continuación, imagen representativa de las placas tectónicas que limitan con la Microplaca de Panamá.

Figura 6.67. Imagen de las placas tectónicas que limitan con la Microplaca de Panamá



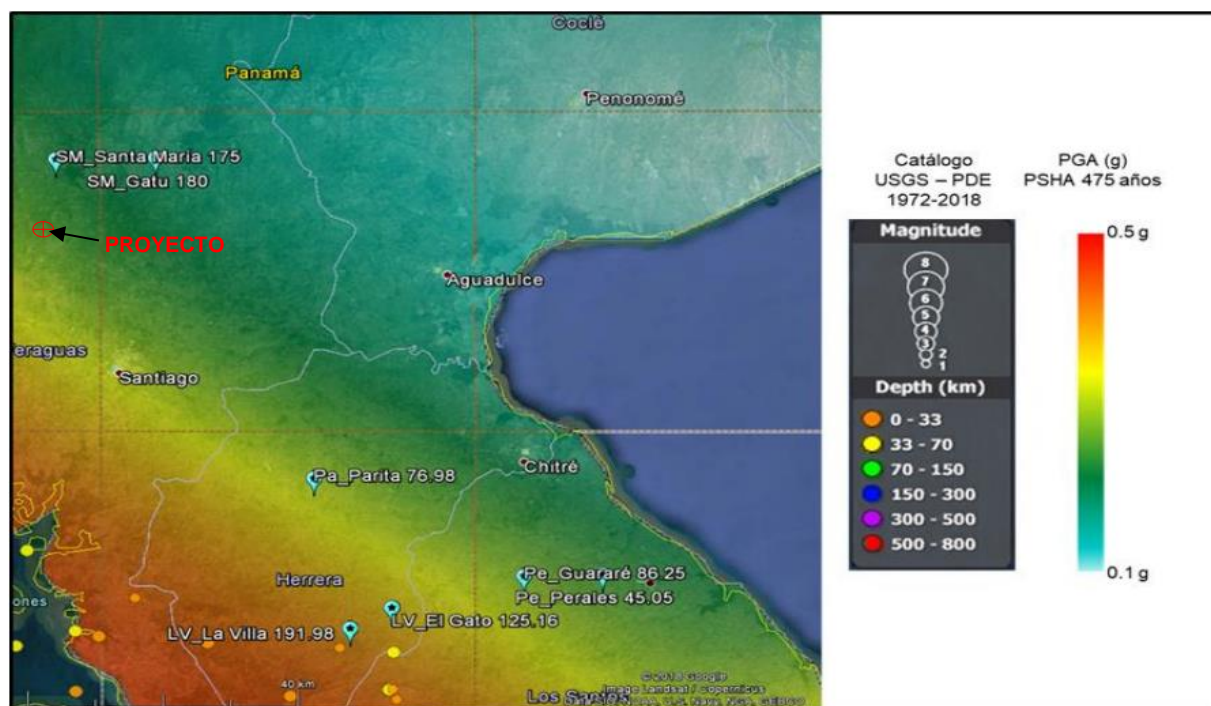
Fuente: Martínez, R. (4 de octubre de 2017). Las Placas Tectónicas (situación de Panamá). Recuperado de [georem.blogspot.com](http://georem.blogspot.com)

De acuerdo a la sismicidad histórica (Acres, 1982; Viquez y Toral, 1987; Camacho y Viquez, 1992) Panamá se ha dividido en siete provincias sismo – tectónicas principales: el cinturón deformado del Norte de Panamá, el Cinturón Deformado de Darién, la Zona de Panamá Central, la Región de Azuero Soná, el Golfo de Chiriquí, El cinturón deformado del sur de Panamá, y la Zona Fracturada de Panamá.

Los sismos de altos niveles de sismicidad localizados en Panamá, han sido asociados con estructuras tectónicas similares al sur y este de Costa Rica. El occidente de Panamá fue afectado por el evento más grande ocurrido en los últimos tiempos, el sismo ocurrido el 22 de abril de 1991 ( $M_s = 7.5$ , PDE). Este sismo tuvo su origen en el Caribe, en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

A continuación, se muestra mapa de análisis de aceleraciones pico del terreno (PGA), presentado por el Canal de Panamá para su Informe de diseño conceptual, reservorios multipropósito Cuenca Perales – Presa Perales (2020); donde se muestran los rangos de distribución para las aceleraciones pico del terreno (PGA), con un análisis probabilístico de amenaza sísmica (PSHA) de 475 años.

Figura 6.68. Mapa de PGA para un periodo de retorno de 475 años

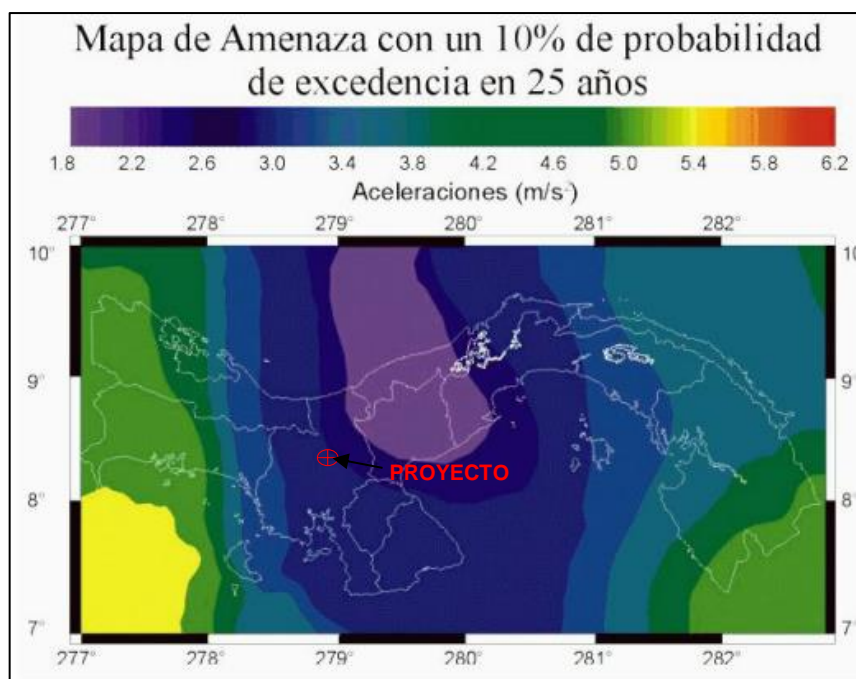


Fuente: Canal de Panamá (Junio 2020), Informe de diseño conceptual, reservorios multipropósito Cuenca Perales – Presa Perales. Volumen geología y geotecnia.

Según el mapa, que cubre gran parte de la región donde se ubica el proyecto, indica que la aceleración pico del terreno para el área de estudio se encuentra 0.2 g a 0.3 g.

En el trabajo de Eduardo Camacho (1993) "La amenaza de terremotos en el Istmo de Panamá", se presenta un mapa de amenazas con 10% de probabilidad de excedencia en 25 años, donde se le atribuye una aceleración promedio de 0.24 g (2.4 m/s) a la totalidad de la Cuenca del Río Santa María.

Figura 6.69. Mapa de Amenazas Sísmica de la República de Panamá



Fuente: Camacho, 1993. Los Terremotos en el Istmo de Panamá.

La intensidad sísmica en el istmo de Panamá, es relativamente baja, al igual que para el área de estudio, el cual se encuentra entre el rango de aceleración igualmente bajo; sin embargo, se tiene que considerar que la actividad sísmica de otras extensiones, puede tener sus efectos sobre la misma o provocar un desencadenamiento de movimientos de masas.

### 6.8.2 Vulcanismo.

La Región de estudio está formada por más de un 90% de su superficie por rocas volcánicas del período Terciario, mientras el resto lo forman sedimentos de los períodos Secundario (época Cretácica), Terciario y Cuaternario (épocas Pleistocénica y Holocénica).

En la República de Panamá, se pueden identificar al menos 20 macizos volcánicos. Los primeros estudios sobre tectónica y volcanismo en Panamá sugerían la no existencia de volcanismo activo en la región occidental de Panamá debido al emplazamiento de la Zona de Fractura de Panamá, y al arribo de la Dorsal de Cocos, que actuó como un tapón sobre la trinchera existente, haciendo cesar el proceso de subducción (Malfait y Dinkelman, 1972).

Sin embargo, se han realizado estudios que destacan que Volcán Barú, es potencialmente activo y ha tenido cuatro episodios eruptivos durante los últimos 1,600 años, incluyendo su erupción más reciente hace aproximadamente 400 a 500 años (Sherrod et al., 2007).

En el Occidente de Panamá, existen 10 estratovolcanes, aproximadamente 15 a 20 domos volcánicos y conos paralelos al sur del arco principal (Clark, 1989). Durante las investigaciones geológicas y geotérmicas llevadas a cabo durante la década de los 80, bajo el Convenio OLADE-IRHE, se determinó que estos aparatos volcánicos alineados en dirección NW-SE, presentan edades decrecientes al SE. Esto se infiere debido al grado de conservación de la morfología de las estructuras volcánicas y el grado de alteración meteórica de los productos emitidos.

Las principales fuentes de emisión de los productos volcánicos en el Occidente de Chiriquí fueron los estratovolcanes Pando, Colorado-Tisingal y Barú, cuyos conos muestran una alineación noroeste-sureste. Los dos últimos poseen características morfológicas que indican actividad reciente, probablemente Pleistoceno para el Colorado, e histórica o sub - histórica para el Barú (IRHE- BID- OLADE, 1985; Restrepo, 1987).

En el Occidente del Istmo de Panamá, también se encuentra el Complejo Volcánico de La Yeguada, el cual en una de sus últimas fases del vulcanismo se reactivó en el Plioceno Superior y ha continuado de una manera muy esporádica hasta el presente. Estudios con radiocarbono datan su última erupción entre 1500-1699 (the Holocene

Volcano Basic Data provided by the Global Volcanism Program of the Smithsonian Institutio, 2002). Este es uno de los principales complejos volcánicos del Istmo de Panamá y representa la extensión del Arco Volcánico Centroamericano en el Occidente de Panamá y que se da como resultado de la subducción oblicua en el sur del Bloque de Panamá (de Boer, et al., 1988, Silver et al., 1990).

### **Historia eruptiva de los volcanes catalogados como activos en Panamá.**

#### **Volcán Barú.**

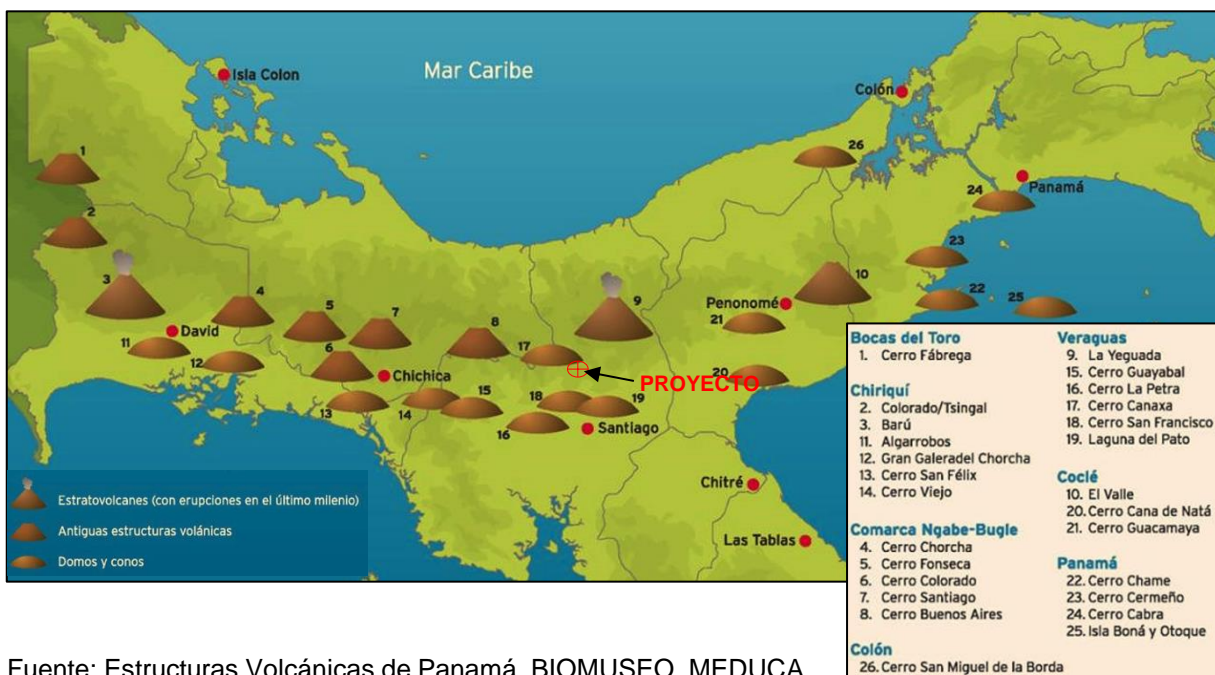
La historia eruptiva del Barú, data de millones de años, e inicia con un primer período donde se forma su edificio volcánico principal, el cual arroja lavas en mayor cantidad que productos piroclásticos. Este primer período termina con una fase tectónica y derrumbes que modifican profundamente la estructura del volcán, produciendo una ancha depresión central. Un segundo período corresponde a las erupciones sucesivas que formaron el edificio volcánico ubicado en el interior de la depresión central. En este período se formaron los cuatro cráteres actualmente reconocibles, dispuestos a grandes rasgos en dirección E-W por una distancia de 2.5 km. El orden en que hicieron erupciones sugiere la existencia de una migración progresiva de la actividad volcánica de este a oeste. La actividad volcánica incluye el emplazamiento de domos en tres de los cuatro cráteres del segundo ciclo.

#### **Volcán La Yeguada.**

El volcanismo en esta zona presenta dos fases muy bien diferenciadas. La primera se inició hace 13 millones de años y cesó hace 7.5 millones de años. Esta secuencia se característica de arcos volcánicos consiste de basaltos y riolitas. Entre 7.5 y 2.5 millones de años hubo un periodo de baja actividad volcánica. La más nueva y segunda fase se inició hace 2.5 millones de años y se extiende hasta el presente. Datación de restos orgánicos obtenidos del fondo de un lago cercano al domo de escorias de la Media Luna y la quebrada del mismo nombre (Defant et al., 1991), en la porción noroeste del complejo volcánico de La Yeguada-Chitra-Calobre.



Figura 6.70. Aparatos volcánicos del Istmo de Panamá.



Fuente: Estructuras Volcánicas de Panamá, BIOMUSEO, MEDUCA.

En Panamá, hay dos volcanes considerados activos: el Volcán Barú cuya última erupción fue hacia el año 1550 y el Volcán La Yeguada, cuya última erupción fue entre los años 1500-1699.

Se considera que un volcán está dormido si no hay registros escritos de erupción en tiempos históricos; pero los especialistas consideran a un volcán inactivo si tiene más de 10,000 años sin erupciones.

Con respecto al proyecto en la siguiente tabla se indica la distancia de los estratovolcanes más próximos.

Cuadro 6.42. Distancias de los estratovolcanes más próximos al área del proyecto.

Estratovolcán	Altitud (m)	Distancia con respecto al proyecto (Km)	Ubicación con respecto a la cuenca del Río Santa María
Barú	3474	36.00	Oeste
La Yeguada	1297	167.50	Noreste

Fuente: CAM, S.A., Análisis de datos para este estudio

## 6.9 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PROPENSOS A INUNDACIONES.

El proyecto se ubica dentro de la cuenca del río Santa María, y por las características geomorfológicas y la ubicación del mismo no lo hacen susceptible a inundaciones. A continuación, se presenta la figura 6.71 resultados de análisis de inundación en la Cuenca del Río Santa María.

Figura 6.71. Resultados del análisis de inundaciones en la Cuenca del Río Santa María.

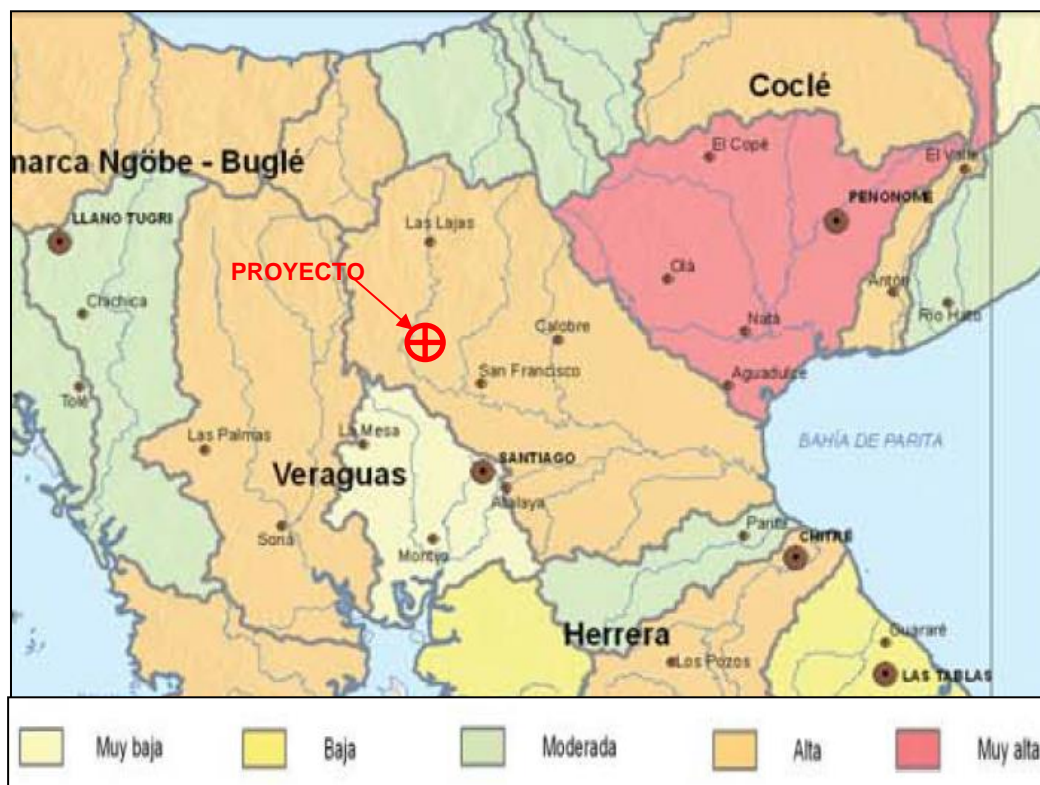


Fuente: Estudio hidrometeorológico de la Cuenca del Río Santa María. ANAM/PNUD/CATHALAC 2004.

Según el mapa de susceptibilidad de inundaciones del Atlas, generado por la Autoridad Nacional de Ambiente en 2010; indica que zona donde se ubica el proyecto es clasificada como de alta susceptibilidad. Estudios recientes indican que la zona donde

se ubica el proyecto es catalogada como un área de baja susceptibilidad ver en figura 69, análisis de amenazas naturales según: Carlos Gordón, 2014. Caracterización de la ocurrencia e impacto por desastres de origen natural en Panamá. 1990- 2013.

Figura 6.72. Susceptibilidad a inundaciones, Atlas Ambiental 2010



Fuente: Zonas de susceptibilidad a Inundaciones de la República de Panamá. Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010. Mi Ambiente.

## 6.10 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PROPENSOS A EROSIÓN Y DESLIZAMIENTOS .

El proyecto se desarrollará sobre un área con pendientes y áreas con pérdida de la vegetación protectora ocasionada por el desbroce y movimiento de tierra, por actividades pasadas, lo que provoca que el suelo sea vulnerable al ser levantado y removido por la acción del viento y del agua.



Debido a que en ciertas áreas del polígono del proyecto se caracteriza por ser una zona con pendientes, se considera que existe un potencial de erosión, dentro del polígono a desarrollar, por lo cual el promotor está planificando a tomar las acciones respectivas para evitar la erosión hacia áreas más bajas afectando los recursos hídricos colindantes.

Figura 6.73. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos

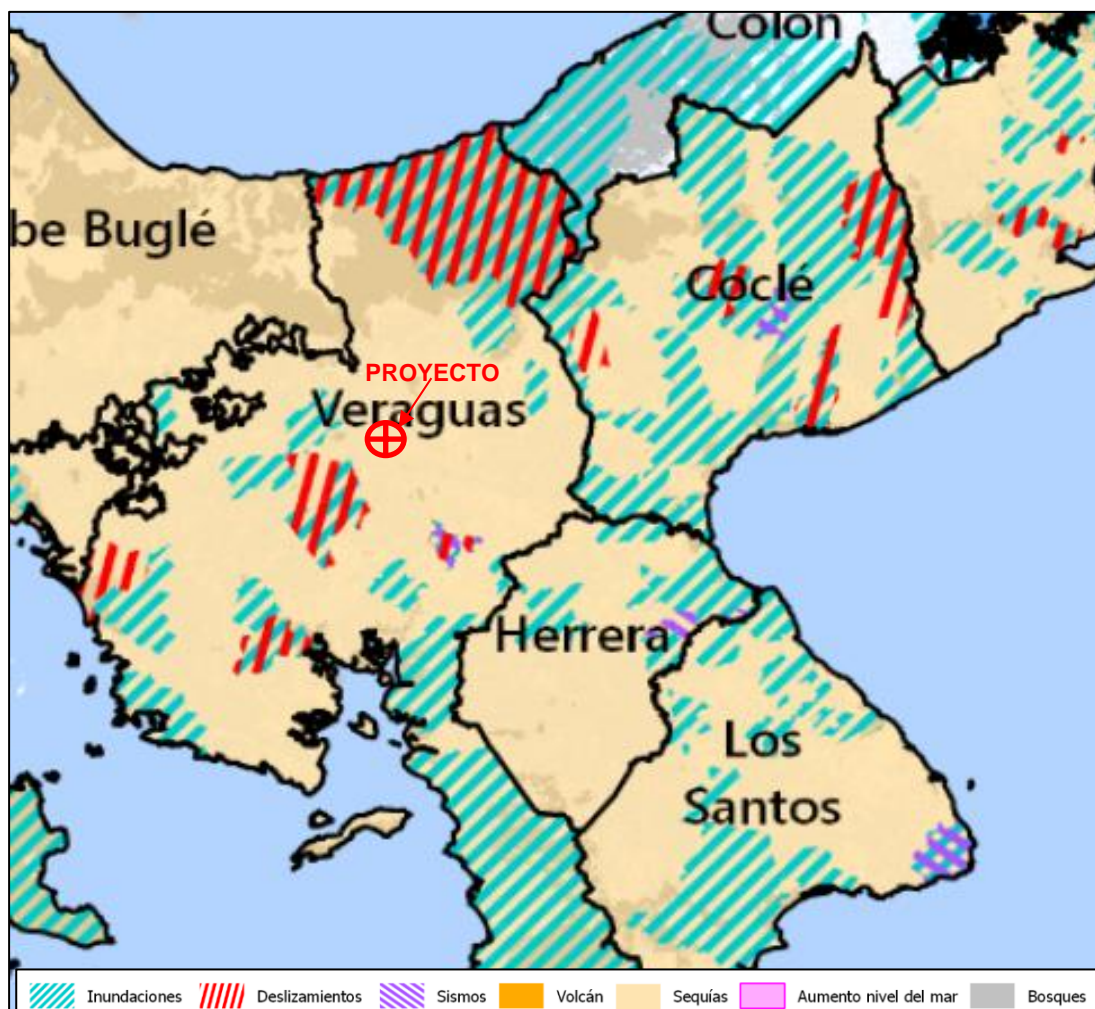


Fuente: Atlas de Panamá, 2010.

La zona donde se ubica el área de influencia del Proyecto acuerdo al mapa de deslizamiento publicado en el Atlas Nacional de la República de Panamá, la susceptibilidad a deslizamiento de acuerdo con la pendiente es considerada moderada.

A continuación, se presenta mapa donde se indica las principales amenazas naturales circundantes al área del proyecto.

Figura 6.74. Principales amenazas naturales circundantes al área del proyecto.



Fuente: Carlos Gordón, 2014. Caracterización de la ocurrencia e impacto por desastres de origen natural en Panamá. 1990- 2013.