

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPLORACIÓN MINERA PROYECTO CATANAVE

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Tabla de Contenido

| | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 | Antecedentes Generales del Proyecto | 2-1 |
| 2.1.1 | Introducción..... | 2-1 |
| 2.1.2 | Identificación del Titular..... | 2-3 |
| 2.1.3 | Objetivos y Justificación del Proyecto | 2-3 |
| 2.1.4 | Localización y Accesos | 2-3 |
| 2.1.5 | Concesiones y Servidumbres Mineras | 2-4 |
| 2.1.6 | Vías de Accesos al Proyecto..... | 2-5 |
| 2.1.7 | Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto | 2-7 |
| 2.1.8 | Superficie del Proyecto | 2-11 |
| 2.1.9 | Mano de Obra del Proyecto | 2-11 |
| 2.1.10 | Monto de Inversión..... | 2-12 |
| 2.1.11 | Vida Útil y Cronograma del Proyecto | 2-12 |
| 2.1.12 | Equipos y Maquinarias a Utilizar | 2-12 |
| 2.2 | Etapas del Proyecto..... | 2-13 |
| 2.2.1 | Etapa de Construcción | 2-13 |
| 2.2.2 | Etapa de Operación | 2-16 |
| 2.2.3 | Etapa de Cierre y Abandono | 2-23 |

Tablas

| | | |
|--------------|----------------------------------------------------------|------|
| Tabla 2.1-1: | Coordenadas UTM de la Localización del Proyecto | 2-4 |
| Tabla 2.1-2: | Ubicación de las Plataformas de Perforación | 2-7 |
| Tabla 2.1-3: | Localización de Sondajes | 2-9 |
| Tabla 2.1-4: | Áreas del Proyecto..... | 2-11 |
| Tabla 2.1-5: | Mano de Obra Requerida..... | 2-11 |
| Tabla 2.1-6: | Monto de la Inversión..... | 2-12 |
| Tabla 2.1-7: | Cronograma del Proyecto | 2-12 |
| Tabla 2.1-8: | Equipos Considerados | 2-12 |
| Tabla 2.2-1: | Material a Remover en Plataformas..... | 2-13 |
| Tabla 2.2-2: | Movimiento de Vehículos/Día – Etapa Construcción | 2-15 |
| Tabla 2.2-3: | Fuentes de Ruido – Etapa de Construcción | 2-16 |
| Tabla 2.2-4: | Aditivos para Perforación | 2-19 |
| Tabla 2.2-5: | Número de viajes Diarios - Etapa de Operación..... | 2-20 |
| Tabla 2.2-6: | Movimiento de Vehículos/Día – Etapa de Operación | 2-21 |
| Tabla 2.2-7: | Generación de Residuos Sólidos – Etapa de Operación..... | 2-23 |
| Tabla 2.2-8: | Fuentes de Ruido – Etapa de Operación..... | 2-23 |

Figuras

| | |
|-------------------------------------------------|------|
| Figura 2.1-1: Accesos al Proyecto | 2-6 |
| Figura 2.1-2: Localización de Plataformas | 2-8 |
| Figura 2.1-3: Obras Físicas del Proyecto | 2-10 |

Apéndices

Apéndice 1: Certificados Biodegradabilidad

Apéndice 2: Autorizaciones Comunidad

2.1 Antecedentes Generales del Proyecto

2.1.1 Introducción

La actividad sujeta al a presente EIA, corresponde a la tercera de seis etapas del desarrollo de la exploración minera del área prospectiva de Catanave de Southern Copper Corporation (SCC). Esta exploración se realizará en las Concesiones Mineras Catanave Uno a Nueve, ubicadas en un sector del cerro Catanave, a unos 46 kms al suroeste de Putre, XV Región.

Las etapas a las que se hace mención, corresponden a:

- Primera Etapa : Prospección Regional.
- Segunda Etapa : Estudios Superficiales del área seleccionada en la etapa anterior
- Tercera Etapa : Perforación Preliminar, esta corresponde al proyecto objeto del presente EIA
- Cuarta Etapa : Perforación Definitoria
- Quinta Etapa : Estudio de Prefactibilidad Económica
- Sexta Etapa : Estudio de Factibilidad Económica.

Estas etapas se realizan secuencialmente, ya que dependiendo del resultado obtenido de la etapa en ejecución, se evalúa la alternativa de continuar o realizar la etapa siguiente. En el caso del proyecto Catanave, las dos primeras etapas han sido realizadas por la CIA. Asarco, entre 1997 y 2002, de acuerdo con el permiso otorgado por el Ministerio de Minería de Chile, mediante Decreto Exento N0. 34 de Octubre de 1996. A partir, del año 2005, SCC, llevo a cabo una revisión, verificación y ampliación en terreno de los estudios realizados en las dos primeras etapas, con resultados favorables, que permitieron decidir continuar con la tercera etapa.

A continuación se realiza una breve descripción de las etapas anteriormente mencionadas.

Primera Etapa. Prospección Regional: Esta etapa ya fue realizada y consistió básicamente en el procesamiento de imágenes de satélite e interpretación de las anomalías de color y rasgos estructurales regionales favorables, seguido de un reconocimiento geológico preliminar de las zonas anómalas encontradas, a escalas 1:50000 y 1:10000, con lo cual se genero una área de interés desde el punto de vista de alteración y mineralización asociadas a factores estructurales de la litología del área.

Segunda Etapa. Estudios superficiales: Esta etapa al igual que la anterior ya fue realizada y consistió en realizar estudios superficiales del área seleccionada en la Primera Etapa mediante los siguientes métodos:

- Levantamientos geológicos-estructurales a escalas 1:10000 y 1:1000, del área que presenta condiciones de alteración-mineralización observable en afloramientos de rocas.
- Muestreo geoquímico de esquilas de rocas, de aproximadamente 2 Kg. c/u, con el objeto de realizarles análisis geoquímicos para determinar la presencia y cantidad semi-cuantitativa de elementos metálicos de interés.
- Estudios geofísicos indirectos, para medir las propiedades físicas en profundidad, como son la resistividad y la conductividad de las unidades litológicas al paso de la corriente eléctrica, las cuales podrían estar asociadas a zonas de alteración mineralización con minerales de interés económico.

Tercera Etapa. Perforación Preliminar. En esta etapa, que es justamente tema del presente estudio, consiste en llevar a cabo una primera campaña de perforación diamantina con el objeto de probar las condiciones de alteración mineralización en profundidad basándose en los indicios favorables obtenidos con la anterior etapa. En esta etapa, se trata también de focalizar o delimitar el sistema hidrotermal, que altero y mineralizo

la zona. Para este propósito se han programado como máximo 14 sondajes a diamante con un total de 5.600m con profundidades máximas de 450 m. y diámetro de testigo de 62mm (HQ).

Cuarta Etapa. Perforación Definitoria. Esta etapa considera una intensiva perforación sistemática para delimitar el yacimiento mineral y obtener la suficiente información para llevar a cabo el modelamiento del cuerpo mineral encontrado y hacer una estimación de su tonelaje y ley.

Quinta Etapa. Estudio de Pre-Factibilidad Económica. En esta etapa se llevan a cabo estudios preliminares para determinar si el yacimiento mineral encontrado con la perforación tiene una viabilidad económica que permita su explotación, determinando además, los estudios complementarios que se hagan necesarios para completar la evaluación económica.

Sexta Etapa. Estudio de Factibilidad Económica. En esta etapa se lleva a cabo el estudio de viabilidad o factibilidad económica contando con todos los estudios necesarios para realizarlo; con lo cual se determinara finalmente si la explotación del yacimiento es rentable considerando la inversión inicial, la cantidad de recursos minerales encontrados y otros factores cíclicos como el precio de los metales, nuevos competidores, etc.

El proyecto, por tanto, corresponde a la **Tercera Etapa** indicada. En caso que los resultados de esta tercera etapa sean positivo, para la continuación a las siguientes etapas se solicitaran todos los permisos requeridos para ello.

El área donde se realizará la tercera etapa, se encuentra al interior de la Reserva Nacional de Las Vicuñas, localizada en la XV Región de Arica y Parinacota, que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE).

Por lo tanto, el ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se justifica por lo dispuesto en la letra p) del artículo 10 de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y Artículo 3° letra p) del Reglamento del SEIA, el que señala que deben someterse al SEIA:

p) “Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.”

2.1.2 Identificación del Titular

Los antecedentes del titular del proyecto, se indican a continuación:

| | | | | | |
|-----------|--------------------------------------------------|------|--------------|-----|--------------|
| Titular | Southern Copper Corporation – Agencia en Chile | | | | |
| R.U.T. | 59.105.570-4 | | | | |
| Domicilio | Av. El Golf 40, piso 20 Las Condes - Santiago | Fono | 02 – 3643785 | Fax | 02 – 3643796 |
| R. Legal | Juan Irarrázabal Covarrubias | | | | |
| R.U.T. | 6.233.514-9 | | | | |
| Domicilio | Av. El Golf 40, piso 20 Las Condes - Santiago | Fono | 02 – 3643785 | Fax | 02 – 3643796 |

2.1.3 Objetivos y Justificación del Proyecto

El Proyecto Exploración Catanave consiste en llevar a cabo una campaña de perforación con diamantina. Su objetivo es caracterizar y estimar las condiciones de alteración de mineralización en profundidad, basándose en los indicios favorables obtenidos de los estudios superficiales del área, realizados por ASARCO Company en el pasado. En esta etapa, se trata también de focalizar o delimitar el sistema hidrotermal, que alteró y mineralizó la zona. Para este propósito se han programado 14 sondajes de diamantina con un total de 5.600 m, a profundidades promedio de 400 m y diámetro de testigo de 62 mm.

La localización del presente proyecto, se justifica por la existencia de las Pertenencias Mineras en el área.

2.1.4 Localización y Accesos

El Proyecto de Exploración Catanave se sitúa en la Región de Arica y Parinacota, aproximadamente a 200 km al Este de la ciudad de Arica y a unos 60 km al Sureste de la localidad de Putre, en la provincia de Parinacota, comuna de Putre (ver Figura 1-1)

Geográficamente se localiza en la zona altiplánica de la Región, dentro de la Reserva Nacional Las Vicuñas, declarada área de interés científico para la minería según D.S 29 del Ministerio de Agricultura, de 1983. El área de exploración se sitúa específicamente en la ladera Oeste del cerro Catanave, en el polígono cuyas coordenadas de vértices se indican en la Tabla 2.1-1, a una altitud aproximada de 4.650 msnm, y a 3 km del límite Oeste de la Reserva, en los faldeos orientales de la precordillera de Belén.

Tabla 2.1-1: Coordenadas UTM de la Localización del Proyecto

| Vértice | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|---------|-----------------|------------------|
| 1 | 461.315 | 7.950.453 |
| 2 | 462.218 | 7.950.453 |
| 3 | 462.934 | 7.949.283 |
| 4 | 462.934 | 7.948.962 |
| 5 | 462.750 | 7.948.000 |
| 6 | 462.518 | 7.948.000 |
| 7 | 461.887 | 7.948.747 |
| 8 | 461.303 | 7.950.220 |

Datum PSAD 56, Huso 19

Los accesos al proyecto se muestran en la Figura 2.1-1.

2.1.5 Concesiones y Servidumbres Mineras

Las concesiones mineras de exploración para el proyecto Catanave, corresponden a las concesiones Catanave 1 a 9. El área de Concesión se muestra en la Figura 2.1-1.

La propiedad superficial en donde se desarrollará el proyecto de exploración, corresponde a terrenos cuyo dominio se encuentra actualmente en litigio. En efecto, la inscripción original está registrada a nombre del “Común de Indios de Ticnamar”, de acuerdo a inscripción que consta en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Arica, Fojas 56 N° 55, correspondiente al año 1944. Dicha inscripción registra al margen una anotación que da cuenta de la transmisión de dominio a herederos de Vicente Flores Colque, Bartolomé Zubieta Flores, Mariano Yucra Condori, Juan de la Cruz Yucra Choque, Rudesindo Apaz, Toribio Ponce Corro y Bernardo Yucra Conde, en virtud de inscripción que consta a fojas 3.299 N° 2089 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Arica del año 2005 y que da cuenta que los herederos de las personas señaladas anteriormente, son dueñas de “acciones y derechos” sobre dichos terrenos. Esta situación ha llevado a que el predio donde está localizado el proyecto sea objeto actualmente de un litigio, dado que la Comunidad Indígena Aymara de Ticnamar ha demandado en juicio de reivindicación y cancelación de inscripciones a la llamada Comunidad Sucesorial Territorial de Ticnamar, compuesta por un total de 19 miembros demandados individualmente, en causa Rol 639-2007 llevada ante el Segundo Juzgado de Letras Civil de Arica. La inscripción que la demandante Comunidad Indígena de Ticnamar pretende cancelar, es justamente aquella que consta en fojas 3299 N° 2089 del año 2005 del Conservador de Bienes Raíces de Arica, por medio de la cual la denominada Comunidad Sucesorial Territorial de Ticnamar declara ser dueña de acciones y derechos en la propiedad raíz, cuyo contenido es justamente el fondo a debatir en el señalado litigio.

De acuerdo a informaciones obtenidas de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), Dirección Regional Arica y Parinacota, se nos informó que algunos de los herederos de los comuneros que inscribieron el título inscrito a fojas 3299 N° 2089 del año 2005 antes mencionado, inscribieron también sus derechos y acciones en el Registro Público de Tierras Indígenas (R.P. de T.I.) que lleva la CONADI. Estas personas son las siguientes: don Cirilo Libertario Subieta Tarque inscribió derechos y acciones en el R.P. de T. I. a Fs. 07 N° 07 del año 2006; don Eduardo Eleodoro Subiera Tarque y doña Aurora Emilia Subieta Tarque inscribieron sus derechos y acciones en el R.P. de T. I. a Fs. 09 N° 09 de 2006.

Asimismo, es importante señalar que el predio está localizado en un área de propiedad indígena ancestral, considerada Tierra Indígena según lo establecido en el N° 2 del artículo 12 de la ley N° 19.253, el que señala

“son tierras indígenas aquellas que históricamente han ocupado y poseen las personas o comunidades ... aimaras”, siendo aimaras “los indígenas pertenecientes a las comunidades andinas ubicadas principalmente en la primera región” (art. 62 de la misma ley).

2.1.6 Vías de Accesos al Proyecto

Su acceso desde Arica es a través de la Ruta 11, pasando por la localidad de Putre, hasta el cruce con la ruta A 211 (23 Km al Norte de Putre). Posteriormente hacia el sur por la ruta A211, camino de tierra que entra a la Reserva Nacional de las Vicuñas a través de las pampas Lauca, Pacopampa y Chuba (Figura 2.1-1), todos ellos caminos existentes.

2.1.7 Definición de las Partes, Acciones y Obras Físicas del Proyecto

Southen Copper Corporation, consciente del estatus de protección del área del Proyecto de Exploración Catanave, ubicado al interior de la Reserva Las Vicuñas, se ha ocupado de incorporar una serie de consideraciones ambientales previo a la definición de sus partes, de tal modo de privilegiar la prevención y minimización de generación de potenciales impactos sobre el área.

La consideración más relevante ha sido la definición de ubicación de áreas como caminos y plataformas. Para ello, se realizó un exhaustivo estudio del recurso biótico del área (Ver Capítulo 5.3 de la Línea Base) y del recurso arqueológico (Ver Capítulo 5.4.1 de la Línea de Base) para determinar las áreas sensibles y de esta manera evitar su afectación. Esta medida permite descartar de plano la afección de especies vegetales categorizadas en algún estado de conservación de riesgo u otro componente ambiental sensible.

A continuación se indican las partes, acciones y obras físicas que lo componen:

Plataformas: El proyecto considera la instalación de siete plataformas localizadas geográficamente en las coordenadas que se indican en la Tabla 2.1-2. Esta actividad se realizará en forma previa al inicio de cada sondaje y corresponde a la nivelación de un terreno de unos 12 metros de ancho y 10 metros de largo, en donde se instalarán los equipos de sondajes. Las plataformas serán habilitadas sobre suelos en los cuales no existen especies vegetales categorizadas en algún estado de conservación de riesgo, o restos arqueológicos de algún tipo, lo que ha sido verificado mediante la realización de los estudios respectivos. En la Figura 2.1-2, se muestran las áreas donde serán emplazadas las plataformas.

Tabla 2.1-2: Ubicación de las Plataformas de Perforación

| Plataforma | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|------------|-----------------|------------------|
| 1 | 461.983,4 | 7.948.815,9 |
| 2 | 462.277,3 | 7.948.427,9 |
| 3 | 462.648,1 | 7.948.072,9 |
| 4 | 462.691,1 | 7.948.434,8 |
| 5 | 462.553,2 | 7.948.805,3 |
| 6 | 462.426,1 | 7.949.356,9 |
| 7 | 462.417,5 | 7.949.770,6 |

Datum PSAD 56, Huso 19

Se mantendrá un registro fotográfico de las plataformas antes y después de realizada la exploración. Cada plataforma contará con un cierre perimetral.

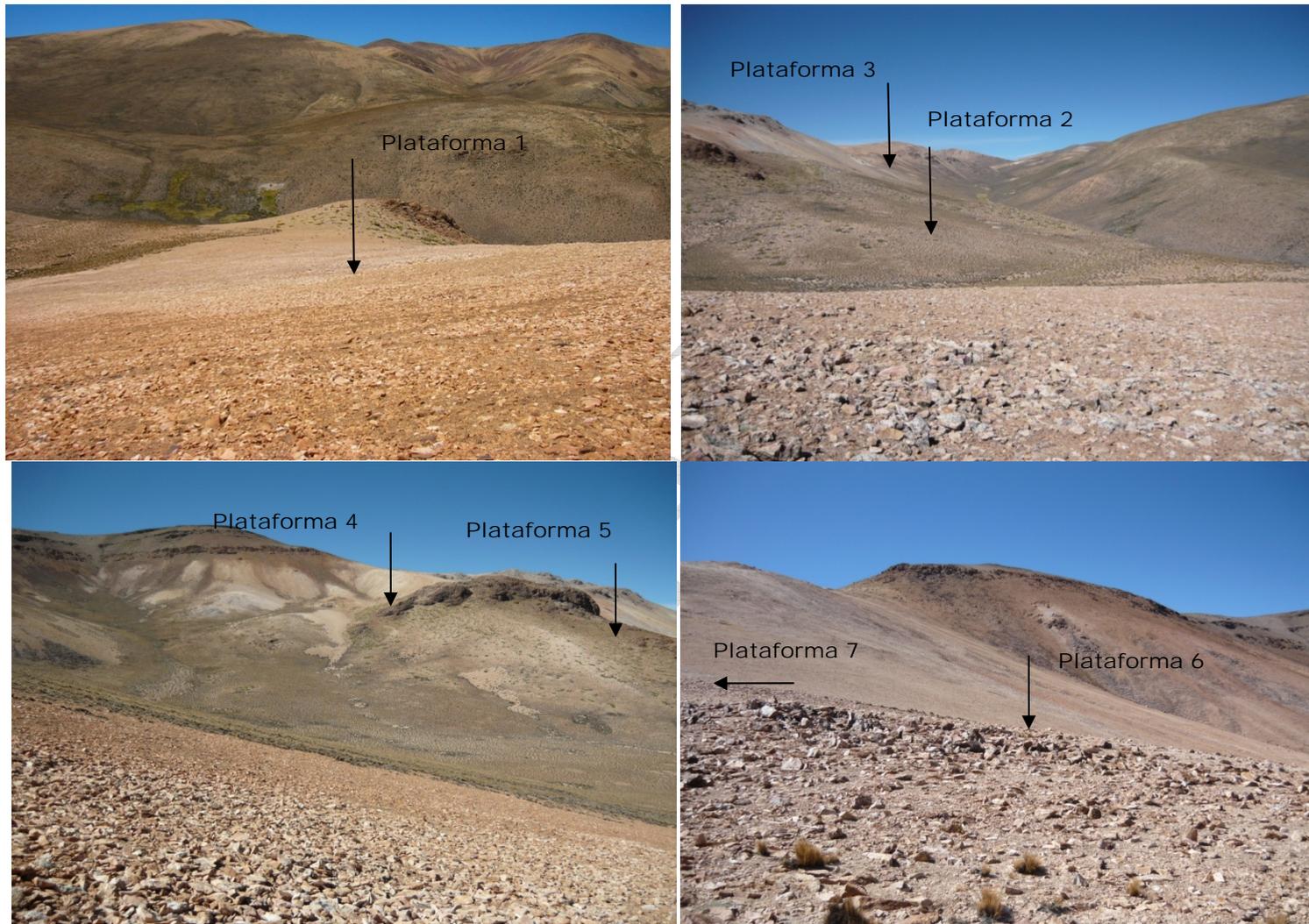


Figura 2.1-2: Localización de Plataformas

Camino Acceso Plataformas: El proyecto considera habilitar nuevos accesos a plataformas y estacionamiento para camiones y camionetas propias de la operación. El nuevo acceso a las plataformas comprende la habilitación de una huella de 5,891 Km., por 3,5 m de ancho.

Piscinas de Decantación y Secado de Lodos: En estas piscinas se recibe el agua recirculada desde la máquina de sondaje. Estas piscinas serán de aproximadamente 5 metros de largo, 5 metros de ancho y con declive hasta 1.5 metros de profundidad, las que se realizarán con retroexcavadora o maquinaria similar y que serán ubicadas a un costado de la máquina de sondaje al interior de cada plataforma. Estas piscinas serán impermeabilizadas mediante la utilización de geo-membranas. Adicionalmente es necesario considerar que el material fino se depositará generando una barrera de baja permeabilidad. Una vez que el agua en estas piscinas se evapore, las láminas impermeables serán retiradas y las piscinas serán recubiertas por el material removido en su excavación. Las piscinas de decantación serán construidas en un sector donde no existen especies vegetales categorizadas en estado de conservación de riesgo, ni sitios con valor arqueológico.

Se mantendrá un registro fotográfico de estas piscinas antes, durante la operación y después del cierre.

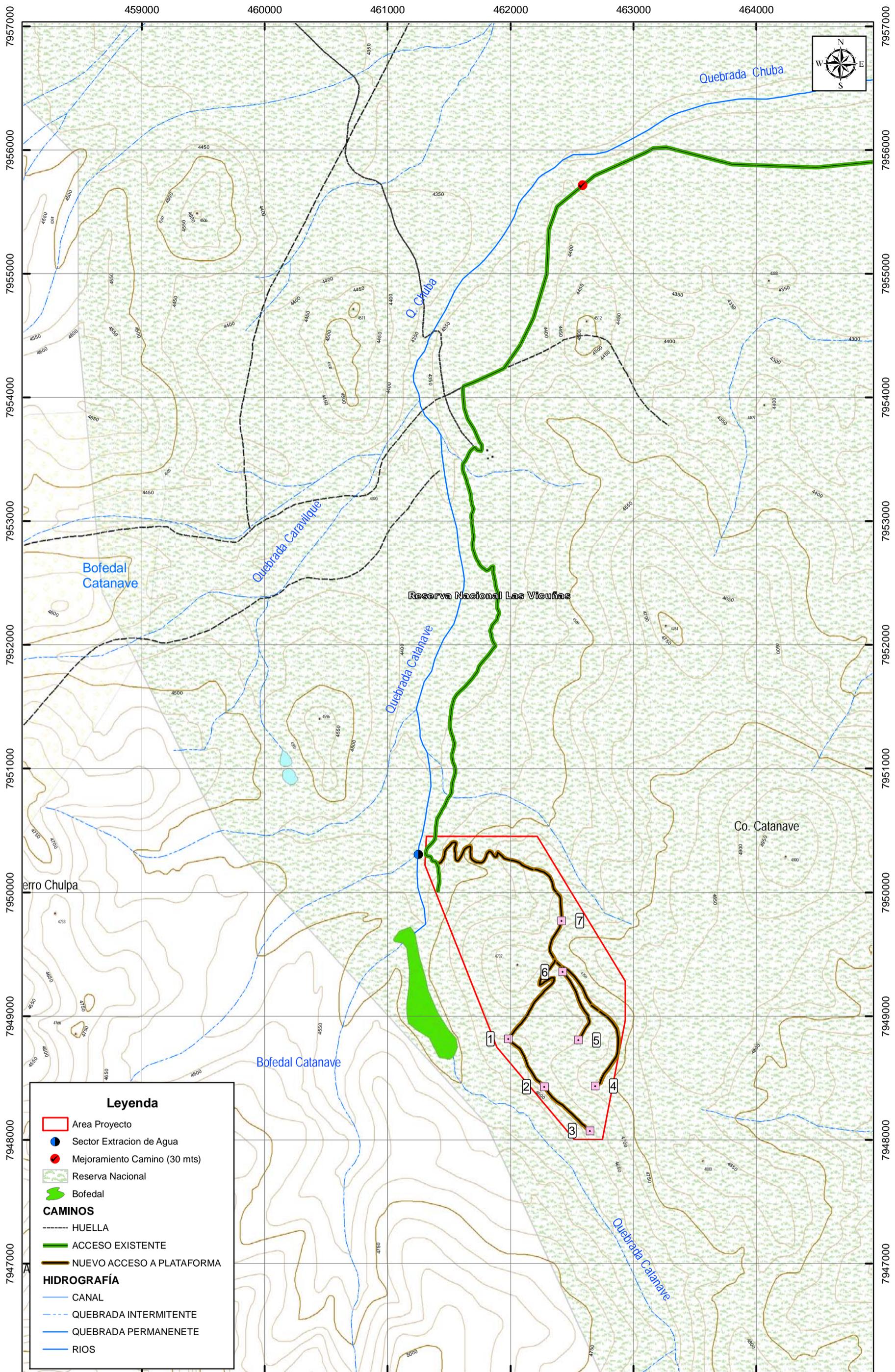
Sondajes de Diamantina: El proyecto contempla la realización de 14 sondajes con diamantina, distribuidos en 7 plataformas. Estos se localizarán, a modo referencial, en las coordenadas UTM de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.1-3, pudiendo variar levemente en terreno en virtud de aspectos topográficos, geológicos, y/o físicos, pero sin sobrepasar los límites de las áreas prospectadas ambientalmente para las plataformas.

Tabla 2.1-3: Localización de Sondajes

| Sondaje | COORD. E | COORD. N | Plataforma |
|---------|-----------|-------------|------------|
| 1 y 2 | 461.983.4 | 7.948.815.9 | 1 |
| 3 y 4 | 462.277.3 | 7.948.427.9 | 2 |
| 5 y 6 | 462.648.1 | 7.948.072.9 | 3 |
| 4 y 8 | 462.691.1 | 7.948.434.8 | 4 |
| 9 y 0 | 462.553.2 | 7.948.805.3 | 5 |
| 11 y 12 | 462.426.1 | 7.949.356.9 | 6 |
| 13 y 14 | 462.417.5 | 7.949.770.6 | 7 |

El sistema de perforación Diamantina fue escogido con el objeto de obtener una muestra geológica precisa y representativa del medio geológico-mineralógico en profundidad, mediante la obtención de un testigo continuo de roca para su caracterización, análisis químico y pruebas metalúrgicas.

El sistema diamantino requiere para la perforación eficiente utilizar aditivos como bentonita, floculantes y yeso todos productos inertes, inocuos y/o biodegradables. Estos aditivos sirven de sello y sostén a las paredes del pozo especialmente cuando éstas son de material poroso, fracturado o disgregable, impidiendo el escape del agua de perforación o el derrumbe de las paredes.



Legenda

- Area Proyecto
- Sector Extracion de Agua
- Mejoramiento Camino (30 mts)
- Reserva Nacional
- Bofedal

CAMINOS

- HUELLA
- ACCESO EXISTENTE
- NUEVO ACCESO A PLATAFORMA

HIDROGRAFÍA

- CANAL
- QUEBRADA INTERMITENTE
- QUEBRADA PERMANENETE
- RIOS

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|------------------------------------------------------------|--|-------------------|--|---------------------------------|--|
| Preparado Por: | | | | Cliente: | | | | PROYECTO PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA CATANAVE | | | | | |
| DIBUJO R.BRUNA OCTUBRE 2009 | | | | CLIENTE | | | | TITULO OBRAS FÍSICAS | | | | | |
| PROYECTO M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | ING. PROYECTO M.VIDAL | | | | PROYECCION UTM | | | | | |
| ING. PROYECTO M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | JEFE DISCIPLINA M.VIDAL | | | | | | | | | |
| JEFE DISCIPLINA M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | JEFE PROYECTO M.VIDAL | | | | DATUM PSAD 66 | | HUSO 19 S | | ELIPSOIDE INTERNACIONAL 1924 | |
| JEFE PROYECTO M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | CONTRATO N° N° PLANO | | | | N° PROYECTO 04-2163-03 | | ESCALA 1:30000 | | N° FIGURA 2.1-3 | |
| SRK NOMBRE FIRMA FECHA | | | | FUENTE: IGN CHILE | | | | | | | | REV. A | |

Mod: Obras_Fisicas.MXD

2.1.8 Superficie del Proyecto

La superficie que comprende el proyecto, corresponde al área que será intervenida por la instalación de las plataformas y la habilitación de la huella de acceso a plataformas. En la Figura 2.1-2 y en la Tabla 2.1-4, se indican las superficies a ocupar por las obras a realizar y el área de concesión minera.

Tabla 2.1-4: Áreas del Proyecto

| Área | Superficie (ha) |
|--------------------------------|-----------------|
| Área de Concesión | 2.800,0 |
| Área de Intervención | 2,184 |
| Huella de acceso a plataformas | 2,1 |
| Plataformas | 0,084 |

2.1.9 Mano de Obra del Proyecto

La mano de obra requerida para el proyecto se señala en la Tabla 2.1-5

Tabla 2.1-5: Mano de Obra Requerida

| Actividad | Nº Personas | Jornada de Trabajo |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Etapas de Construcción de Caminos y Plataformas | | |
| Maquinaria Buldózer | 1 | Turno de 12 horas de día |
| Maquinaria Moto niveladora | 1 | Turno de 12 horas de día |
| Supervisión General y Biólogo | 2 | Turno de 12 horas de día |
| Subtotal | 4 | |
| Etapas de Operación | | |
| Equipo de Sondaje (3 personas x 1 equipo x 2 turnos) | 6 | Turno de día y de noche de 12 horas (Un turno cada equipo de trabajo) |
| Supervisor Sondajes | 2 | uno de día y otro de noche) |
| Personal de Apoyo (Choferes para combustible, riego y traslado de muestras, etc.) | 3 | Solo turno de día |
| Supervisión General y Geología | 2 | Turno de día de 12 horas |
| Subtotal | 13 | |
| Etapas de Abandono | | |
| Maquinaria Buldózer | 1 | Turno de 12 horas de día |
| Maquinaria Motoniveladora | 1 | Turno de 12 horas de día |
| Supervisión general | 1 | Turno de 12 horas de día |
| Subtotal | 3 | |
| Total | 20 | |

2.1.10 Monto de Inversión

El monto estimado de la inversión es de US\$ 950.000, distribuido como se indica en la Tabla 2.1-6: Monto Estimado del Proyecto

Tabla 2.1-6: Monto de la Inversión

| Etapa | Monto (US\$) |
|-------------------------|--------------|
| Construcción | 30.000 |
| Operación (Perforación) | 840.000 |
| Abandono | 30.000 |
| Imprevistos | 50.000 |
| Total | 950.000 |

2.1.11 Vida Util y Cronograma del Proyecto

El Proyecto tiene una vida útil de 5 meses a partir de la aprobación ambiental del Proyecto. En la Tabla 2.1-7 se presenta el cronograma de actividades a realizar.

Tabla 2.1-7: Cronograma del Proyecto

| Etapa | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| Construcción | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación (Perforación) | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Abandono | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

2.1.12 Equipos y Maquinarias a Utilizar

Los equipos y maquinarias a utilizar en el Proyecto corresponden a los indicados en la Tabla 2.1-8

Tabla 2.1-8: Equipos Considerados

| Equipo y/o Maquinaria | Número |
|---------------------------------------------|--------|
| Bulldozer DC-6 | 1 |
| Máquina Moto niveladora | 1 |
| Equipo de Sondaje a Diamantina Tipo CS 3000 | 1 |
| Camión Petrolero | 1 |
| Camión Aljibe | 1 |
| Camionetas | 3 |

2.2 Etapas del Proyecto

En el presente apartado se indican los requerimientos y acciones para las Etapas de Construcción, Operación y Cierre o Abandono del Proyecto

2.2.1 Etapa de Construcción

2.2.1.1 Actividades de la Construcción

Las actividades que se realizarán durante la etapa de construcción corresponden a:

Alojamiento Personal: Durante la etapa de construcción no se requerirá de campamento en el área del proyecto. El personal, que corresponde a 4 personas, ejecutará las labores durante 15 días en horario diurno. No trabajarán de noche.

Para la selección del lugar donde se alojarán los trabajadores se ha considerado cercanía al área del proyecto, ya que al disminuir los tiempos de transporte, aumentan el tiempo de trabajo por día. Lo anterior para que el plazo de construcción del proyecto sea el mínimo dada la localización de éste. Por lo tanto, el personal alojará en dependencias particulares de la Sra. Berna Cariz Jiménez, casa localizada al interior de la Reserva a 11 kilómetros al Norte del área del proyecto. La localización del área del alojamiento, se señala en la Figura 2.2-1. La Sra. Cariz otorgará servicio de arrendamiento para el personal.

Para los servicios de alimentación del personal excluyendo la colación “en frío” proporcionada a los trabajadores durante las estadías diarias en las faenas de exploración, se instalará una carpa especial que contará con comedor y cocina, la que cumplirá con los requisitos establecido en el D.S 594/00 “Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de Trabajo”, del Ministerio de Salud.

Se procederá a la instalación de baños químicos a localizar en un sector que se encuentre a más de 100 m. de las dependencias destinadas al alojamiento, como de la carpa instalada para efectos de comedor y cocina, de acuerdo a lo establecido en el D.S. 594/00 MINSAL.

Nivelación de Terreno: Para la construcción de las plataformas se requerirá nivelar el terreno realizando movimientos de tierra y rellenos, de esta forma se obtendrá una superficie uniforme. Esta actividad será realizada con bulldozer y motoniveladora. Durante estos trabajos se dará relevancia a no intervenir la flora y vegetación del sector. La cantidad de material retirado y de relleno aproximados se indica e la Tabla 2.2-1. El material de relleno corresponderá al retirado desde la misma plataforma en construcción.

Tabla 2.2-1: Material a Remover en Plataformas

| Plataforma | Volumen a remover (ton) | Material de relleno (ton) |
|------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 |
| 3 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 5 |
| 5 | 4 | 4 |
| 6 | 4 | 4 |
| 7 | 5 | 5 |

Movimiento de Tierra: Para la construcción de las piscinas receptoras de los lodos y del agua utilizada en los sondajes, se deberá realizar movimientos de tierra. Estos consiste en la excavación de la piscina, se estima que la cantidad de material a remover por piscina es: 4x4x1,5 (24 m³) o 60 Ton, alcanzando un total, de 420 ton de material a remover para las siete plataformas.

Habilitación Huellas: La preparación de la huella se hará mediante un buldózer DC-6 y una máquina motoniveladora. El material removido por estas labores será acumulado a un costado de la plataforma, de manera de utilizarlo posteriormente en las actividades de cierre y abandono. El trazado elegido para la habilitación de la huella no presenta vegetación categorizada en algún estado de conservación de riesgo, ni sitios de valor arqueológico según lo indican los estudios realizados (Ver Capítulo 5.3 y Capítulo 5.4.1). En las Fotos 1 y 2, se muestra el área por donde discurrirá la huella de acceso a las plataformas y en la Figura 2.1-2, se indica el trazado de éstas huellas.

Mejora Camino Existente: Esta actividad consiste en mejorar una sección del camino existente de acceso al Proyecto, en donde se ampliará el camino existente en máximo 1 m., por un tramo de 30 metros. (Ver Figura 2.1-2).

2.2.1.2 Insumos, Servicios y Suministros

Durante la etapa de construcción los principales insumos, servicios y suministros corresponden a:

- Agua para consumo humano
- Agua para riego

Suministro de agua para consumo humano: Durante la construcción y dada la temporalidad de la etapa de construcción a cada trabajador será provisto a diario con envases individuales de agua envasada, se proporcionará 30 lt/día por trabajador. Cabe señalar que no se utilizará agua para la preparación de alimentos, dado que no se cocinará en el área del proyecto. A cada trabajador se le entregará una alimentación fría en horario de colación

Suministro de agua para riego: Durante la etapa de construcción se requerirá de agua sólo para riego de los materiales durante la excavación para evitar la dispersión de material particulado. Se estima se utilizará 10 m³/día.

2.2.1.3 Transporte

El principal transporte durante la etapa de construcción corresponde al transporte de personal.

Transporte de Personal: Los trabajadores en esta etapa se trasladarán en camioneta a diario desde la casa de la Sra. Berna hasta el área del proyecto. Este recorrido corresponde a 11 Km. Sólo realizarán un viaje de ida y vuelta.

Transporte de agua industrial: Durante la etapa de construcción sólo se requerirá el transporte agua a través de un camión aljibe, para minimizar emisiones desde movimiento de tierras, en esta fase no habrá riego de caminos. El agua será transportada una vez al día.

2.2.1.4 Emisiones y Descargas Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción del Proyecto se pueden generar los siguientes residuos y emisiones:

- Emisión temporal y esporádica de polvo por tránsito de vehículos y gases de escape de los mismos,
- Emisión de gases de combustión de petróleo de la maquinaria,
- Residuos de baños químicos,
- Residuos sólidos domésticos,
- Ruido.

En las secciones siguientes se indican las cantidades que se generarán de cada residuo y los modos de manejo y disposición considerados para lograr una operación ambientalmente segura y controlada.

2.2.1.4.1 Emisiones Atmosféricas

Durante la etapa de construcción del proyecto se generarán emisiones de material particulado y gases principalmente por el transporte de personal, el movimiento de tierra y por la operación de la maquinaria. Estas emisiones serán de poca significancia debido a la corta duración de cada una de las actividades de construcción.

El movimiento de la maquinaria y vehículos durante la etapa de construcción del proyecto se indican en la siguiente Tabla 2.2-2.

Tabla 2.2-2: Movimiento de Vehículos/Día – Etapa Construcción

| Identificación de la fuente emisora | Tipo de fuente de emisión | Duración de la emisión | Frecuencia de la emisión |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|
| Buldozer | Polvo, Combustión Diesel | 15 días | Intermitente durante 12 hrs./día 12 hrs./día |
| Camión Aljibe | Combustión Diesel, Polvo | 15 días | Dos viajes diario |
| Vehículos menores | Polvo, Combustión Gasolina | 15 días | Un viaje diario |

Estas emisiones de material particulado, además de las provenientes del funcionamiento de motores de combustión interna se consideran muy menores pues se originan de procesos de corta duración.

Se puede estimar por lo tanto que los efectos ambientales generados por las emisiones atmosféricas son de escasa relevancia, considerando adicionalmente la alta capacidad de la atmósfera de dispersar estas emisiones, dada la altitud de la capa de inversión térmica a estas latitudes y los permanentes vientos en la zona que favorecen una rápida dispersión.

2.2.1.4.2 Residuos Sólidos y Líquidos

A. Residuos Líquidos

Los residuos líquidos generados por la etapa de construcción del proyecto corresponden sólo a los lodos del baño químico a instalar durante esta etapa. Se requerirán un baños químicos, cuyos lodos serán trasladados a Arica, en donde se dispondrá en sitios autorizados. Los baños serán manejados por una empresa especialista en el manejo de este tipo de residuos y que cuente con autorización sanitaria.

B. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que genera la etapa de construcción del proyecto se encuentran relacionados con la actividad humana (residuos sólidos domésticos), y corresponden sólo a Residuos Sólidos Domésticos. Estos corresponden a los sobrantes de las comidas de los trabajadores, 1 vez por día, en total 4 personas día. Si se considera una tasa de generación de 700 g/persona /día, la generación diaria será de 2,8 Kg/día.

Estos residuos se dispondrán en bolsas de polietileno y en contenedores rotulados para la disposición de desechos, y ubicados en el área de trabajo. Desde allí serán trasladados hasta el vertedero controlado de Putre, para su disposición final, o en otros lugares debidamente autorizado para estos efectos, con una frecuencia de una vez cada dos días.

2.2.1.4.3 Ruido

La exploración minera generará emisiones de ruido lejanas a cualquier centro poblado, serán dispersas incluyendo la operación de maquinaria para movimientos de tierra, habilitación de caminos, y circulación de camiones y vehículos livianos. En la Tabla 2.2-3 se indican las fuentes de ruido del proyecto durante la etapa de construcción. Cabe señalar que durante las actividades de construcción los trabajadores utilizarán protección auditiva, de acuerdo a lo establecido en el D.S 594 “Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”

Tabla 2.2-3: Fuentes de Ruido – Etapa de Construcción

| Fuente de Ruido | Tipo de ruido y características | Nivel de ruido emitido (db (A)) | Horario de emisión de ruido |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Moto niveladora | Motor Diesel | 70 - 80 db | 12 hrs./día |
| Bulldózer | Motor Diesel | 70 - 80 db | 12 hrs./día |

2.2.2 Etapa de Operación

En el siguiente apartado se describen las actividades y requerimientos durante la etapa de operación.

2.2.2.1 Actividades Etapa de Operación

Las actividades durante la etapa de operación del proyecto corresponden a:

Alojamiento Personal: Al igual que para la etapa de construcción, el proyecto no considera la instalación de campamento. El personal, que corresponde a 13 personas, ejecutará las labores durante cinco meses en turnos de 14x7 o 20x10. El personal alojará en dependencias particulares de la Sra. Berna Cariz Jiménez, casa localizada al interior de la Reserva a 16 kilómetros al Norte del área del proyecto. Esta se señala en la Figura (2.2-1). La Sra. Cariz otorgará servicio de arrendamiento para el personal.

Al personal en el área del proyecto se le proporcionará una colación en frío.

Perforación: El sistema consiste en la perforación, mediante una corona diamantada instalada en la punta de la columna de barras de acero, con rotación, carga y fluidos, lo que permite cortar un anillo de roca y recuperar el cilindro central (llamado testigo) dentro de un barril porta-testigo ubicado al interior de la columna de barras. En esta pieza se recibe la muestra y una vez que se llena, cada tres metros de avance del

corte de la corona, se extrae el barril porta-testigo mediante un cable, hacia la superficie en donde la muestra es depositada en bandejas metálicas identificadas por tramo.

Las muestras corresponden a cilindros de roca que serán identificados y descritos para posteriormente ser enviados a laboratorio para su análisis químico y geoquímico, estudio geotécnico y pruebas metalúrgicas.

El lodo utilizado para la perforación se recircula hasta que la cantidad de sedimentos producidos por el corte que realiza la corona en la frente de avance, reducen su efectividad y se envía al pozo de decantación. Al final de cada sondaje, una vez que el agua utilizada se evapora, el pozo de decantación será recubierto por el material removido en su excavación.

Equipos de sondaje: Para realizar los sondajes se utilizará un equipo de perforación con barras de diámetro HQ (62 mm). Los sondajes serán perforados por una empresa contratista con experiencia en la perforación de suelos, gravas o depósitos no consolidados y roca.

Tipo de perforación: El tipo de perforación corresponde a sondajes con diamantina en diámetro HQ (62 mm). Estos sondajes se iniciarán con corona PQ o tricono desde la superficie y durante los primeros metros en gravas no consolidadas, para continuar con recuperación de testigos con diámetro HQ hasta la profundidad máxima posible, estimada en 450 metros.

Instalación de revestimiento: El revestimiento tiene como propósito revestir el pozo para evitar derrumbes y por consiguiente el atrapamiento de las barras y coronas especialmente en las gravas, adicionalmente evita pérdidas de circulación de los fluidos de perforación en ese tramo y posibilita el ensanche que consiste en perforar con la columna utilizada como revestimiento hasta la corona y despegarla en el evento que esta se hubiere atrapado.

Término y sellado de los sondajes: Los sondajes han sido programados para perforar la roca del basamento y avanzar en ella hasta obtener un registro completo con muestras de la zona mineralizada esperada. El sondaje podrá ser detenido anticipadamente si el supervisor estimare que el objetivo ha sido cumplido. Realizado el sondaje, se sellarán los pozos, con mezcla de concreto, cemento o yeso. Se generará registro fotográfico que acredite la realización de esta actividad.

Conservación y manipulación de muestras: Obtenido los testigos, estos serán enviados a una bodega en Putre, donde se le tomarán fotografías y luego serán estudiados mediante mapeo geológico. Posteriormente se extraen de ellos muestras (trozos) para ser enviados a laboratorio químico.

Instalación de maquinarias para la perforación: Previa a la instalación del equipo, el punto de perforación se encontrará marcado en terreno con tres estacas, señalando el rumbo del sondaje y su inclinación. Para instalar la máquina perforadora, se enrasará el piso bajo los puntos de apoyo y se nivelará la plataforma de la máquina haciendo uso de gatos hidráulicos hasta dejar el cabezal de perforación frente a la estaca que señala la posición del collar del pozo.

Para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Antes de instalar la máquina de sondaje se verificará la amplitud, estabilidad y horizontabilidad de la plataforma y se revisará el diseño para disponer del espacio seguro para las actividades complementarias de recepción y revisión del testigo y de refugio necesario para el personal relacionado con la actividad.
- b) Bajo la máquina de sondaje, se instalará una carpeta de polietileno con un pretil de contención en su contorno y de tamaño igual o mayor que la plataforma de la máquina, de modo de minimizar el riesgo de pérdida de aceites hacia el suelo.

- c) Apostar el equipo en la posición y forma más segura que permita la plataforma y espacio existente, con respecto al eje del pozo a perforar. El espacio operacional se delimita con una zona de acceso restringido, autorizado solo por el operador jefe de la máquina, y un espacio exterior seguro, donde el personal complementario puede trabajar sin riesgo.
- d) Solamente personal autorizado y calificado podrá realizar la operación del equipo. Ninguna persona que no esté autorizada o calificada podrá tener acceso a la cabina o al panel de comandos de estos equipos.
- e) Nivelar el equipo usando las herramientas hidráulicas, evitando el contacto de las partes de apoyo con mangueras, cables, herramientas o partes de terceros, al bajarlos al piso.
- f) Revisar el sistema hidráulico, conexiones y acoplamientos del equipo, sus sistemas presurizados e hidráulicos. Verificar que estén asegurados contra eventuales desacoplamientos.
- g) Al izar la torre de perforación, verificar el buen funcionamiento del sistema de levante hidráulico y asegurar la verticalidad o posición de perforación, con los correspondientes seguros pasadores.
- h) El operador siempre deberá avisar y alertar a los ayudantes y personal ubicado en su área, de los movimientos que realizará con el equipo o las partes móviles de él.
- i) Efectuar movimientos del cabezal, ascendentes, descendentes, revisando el desplazamiento y funcionamiento de éste, evitando en todo momento ubicarse en la trayectoria del cabezal.
- j) Revisar cables y huinches, antes de poner en marcha el equipo de perforación, cerciorándose del buen funcionamiento de estas partes, como el estado de conservación de su estructura. Evitar la paralización repentina por falla de accesorios y los accidentes por desprendimientos de partes desde la torre
- k) Asegurar la herramienta hidráulica delantera con su sistema presurizado, empleando en su base un elemento plano y totalmente estabilizado
- l) En cada plataforma se instalará un baño químico y se demarcará una zona para el estacionamiento de vehículos, independiente del camión que realiza el abastecimiento de combustible y del agua, para la operación de la sonda

Desinstalación de equipo de sondaje: Las acciones a seguir son:

- a. Posicionar la torre en la estructura de fijación y levantar los gatos hidráulicos.
- b. Revisar el camión especialmente sus niveles de aceite agua y combustible.
- c. Sólo podrá ser conducido por personal autorizado.
- d. En terreno el desplazamiento del camión sonda deberá ser lento verificando los caminos y accesos con anterioridad.
- e. Proceder a la limpieza y acceso del estacionamiento

2.2.2.2 Insumos, Servicios y Suministros

El proyecto requiere para su funcionamiento de los siguientes insumos, servicios y suministros:

Aditivos para perforaciones con diamantina: Para la perforación se utilizarán aditivos inocuos (eco-compatibles y/o biodegradables) de uso común en la industria de los sondajes. Estos productos sirven de sello y soporte para las paredes de la perforación cuando éstas son de material poroso o fracturado. En la Tabla 2.2-4 se indica un listado con los aditivos que se utilizarán dependiendo del tipo de material que se esté perforando y la cantidad a utilizar. Por lo tanto no todos serán utilizados, lo que se decidirá en terreno dependiendo del perforista. Cabe señalar que todos los aditivos mencionados cuentan con certificado de biodegradabilidad y de toxicidad, estos se adjuntan en Apéndice 1, en conjunto con las fichas técnicas de los productos.

Tabla 2.2-4: Aditivos para Perforación

| Aditivo | Cantidades (aditivos por 1000 litros) |
|----------------|---------------------------------------|
| Soda ASH | 0.5 – 2 Kg |
| Super Col | 10-30 Kg |
| New Drill | 0.5-3 Kg |
| Pac Trol | 1-3 KG |
| Mil Seal | 57-86 kg |
| Aqua magic | 1-3 lt |
| Mil Pac | 1-2 lt |
| Protecto Magic | 11,4-22,8 kg |

Las características de estos aditivos se indican en las fichas técnicas o boletín del producto en (Apéndice 1).

Suministro de Energía Eléctrica: El suministro de energía eléctrica para las labores de perforación será proporcionada por un generador incorporado en el equipo de perforación.

Suministro de Agua para Operación: Para el suministro de agua industrial el titular del proyecto tomará el agua desde la escorrentía del arroyo aledaño al proyecto cuyas coordenadas UTM de localización corresponden a 461.250 Este y 7.950.308 Norte, tal como se indica en la Figura 2.1-2. El agua será acumulada en una poza y llevada dos veces al día hacia el área de las plataformas con un camión aljibe. Los derechos de agua de la fuente que se utilizará para el proyecto pertenecen a la Comunidad Indígena Aymara de Ticnamar, y corresponden a derechos de agua consuntivos y de ejercicio permanente por un caudal de 1,1 l/s (95,7 m³/día). El registro de este derecho en el Conservador de Bienes Raíces se adjunta en Apéndice 2.1. La señalada comunidad le otorgó al Titular del proyecto permiso para uso temporal. Este permiso se adjunta en Apéndice 2.2.

Los requerimientos de agua fresca serán:

- 7 m³ por día, para el mantenimiento de caminos, accesos a plataformas de perforación y para evitar la emisión de polvo
- 30 m³ por día, para la perforación de los sondajes

Suministro de Agua Potable: Se utilizará exclusivamente agua envasada, y su abastecimiento será de 30 lt/persona/día, previa autorización sanitaria. Considerando que el personal total durante la etapa de operación es de 13 personas se requerirán 390 lt/ día.

Combustibles y Lubricantes: El equipo de perforación a usar es del tipo CS 3000, el cual utiliza de 400 a 450 litros por día de Diesel y 20 litros de aceite por cada 10 días de perforación. Se cargarán directamente a los estanques de los equipos a utilizar. El suelo será protegido con carpeta de polietileno, bajo y en el entorno de los equipos a cargar. La adquisición de los combustibles se realizará a empresas autorizadas para la venta y distribución de estos elementos. Se estima un consumo de 400 l/día, para un equipo. No existirá área de almacenamiento y la frecuencia de carga de combustible será de una vez por día.

Explosivos: No se utilizarán explosivos en esta faena.

2.2.2.3 Transporte

Durante la etapa de operación del proyecto el transporte requerido corresponde a transporte de personal y de insumos. Los viajes requeridos por cada vehículo a utilizar se indican en la Tabla 2.2-5.

Tabla 2.2-5: Número de viajes Diarios - Etapa de Operación

| Tipo de Vehículo | Viajes/día | Ruta de Transporte |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Camionetas (Transporte de personal) | 1 por turno, por lo tanto se realizarán 2 viajes por día | Ruta A-211 Desde casa Sra. Cariz a área del proyecto (6 km) |
| Camión de combustible | 1 | Corresponde a las vías de acceso al proyecto indicado en el punto 2.1.8 |
| Camión aljibe | 2 | Entre área de extracción y plataformas, utilizando accesos de plataformas |
| Transporte de Insumos | Se realizara una vez por mes; durante este tiempo, los que serán dispuestos en un sector habilitado para estos efectos | Corresponde a las vías de acceso al proyecto indicado en el punto 2.1.8 |

2.2.2.4 Emisiones y Descargas Etapa de Operación

El Proyecto durante la etapa de operación puede generar los siguientes residuos y emisiones:

- Emisión temporal y esporádica de polvo por tránsito de vehículos y gases de escape de los mismos,
- Emisión de gases de combustión de petróleo de la maquinaria,
- Residuos de baños químicos,
- Aceites y lubricantes usados,
- Lodos de perforación (inocuos),
- Residuos sólidos domésticos,
- Residuos sólidos y materiales de desecho de las perforaciones, y
- Ruido.

En las secciones siguientes se indican las cantidades que se generarán de cada residuo y los modos de manejo y disposición considerados para lograr una operación ambientalmente segura y controlada.

2.2.2.4.1 Emisiones Atmosféricas

Durante la campaña de prospección, el tránsito vehicular para el transporte de materiales y personal hacia las zonas de trabajo en camiones y camionetas producirá emisiones de material particulado en los caminos y huellas de tierra. Estas emisiones serán de poca significancia debido al bajo tránsito diario y debido a la corta duración de cada una de las actividades de sondaje. Las rutas de acceso a cada sondaje serán regadas todos los días para evitar o reducir estas emisiones.

El movimiento de la maquinaria y vehículos durante las distintas etapas del proyecto se indican en la Tabla 2.2-6

Tabla 2.2-6: Movimiento de Vehículos/Día – Etapa de Operación

| Identificación de la fuente emisora | Tipo de fuente de emisión | Duración de la emisión | Frecuencia de la emisión |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 Maquina de Sondaje | Combustión Diesel | 5 meses aprox. | Intermitente durante el día en dos turnos de 12 horas |
| 1 Camión Aljibe | Combustión Diesel, Polvo | 5 meses aprox. | Intermitente durante 6 hrs./día |
| 3 Vehículos menores | Polvo, Combustión Gasolina | 5 meses aprox. | Intermitente durante 6 hrs./día |

La perforación de los sondajes mineros con diamantina no producirá emisiones de polvo, debido a que se utilizarán métodos húmedos que permiten obtener una muestra continua de roca (testigo), por lo que la fragmentación de la roca y la generación de polvo son nulas o muy reducidas.

Estas emisiones de material particulado, además de las provenientes del funcionamiento de motores de combustión interna se consideran muy menores pues se originan de procesos de corta duración y habrá medidas de control de polvo mediante el riego de los caminos.

Se puede estimar por lo tanto que los efectos ambientales generados por las emisiones atmosféricas son de escasa relevancia, considerando adicionalmente la alta capacidad de la atmósfera de dispersar estas emisiones, dada la altitud de la capa de inversión térmica a estas latitudes y los permanentes vientos en la zona que favorecen una rápida dispersión.

2.2.2.4.2 Residuos Líquido y Sólidos

A. Residuos Líquidos

Los residuos líquidos generados por el proyecto corresponden a:

a) Lodos baños químicos

La actividad generará efluentes líquidos por el uso de baños químicos en el área de exploración.

Se requerirán entre dos o tres baños químicos, cuyos lodos serán trasladados a Arica, en donde se dispondrá en sitios autorizados. Los baños serán manejados por una empresa especialista en el manejo de este tipo de residuos y que cuente con autorización sanitaria.

b) Lodos de sondajes:

La ejecución de los sondajes producirá un lodo compuesto por agua, roca molida extraída de la propia perforación y aditivos, que es inocuo. Estos lodos serán dispuestos a un costado del respectivo sondaje, en una piscina de decantación impermeabilizada, en el que la roca fragmentada o molida sedimentará y el agua se evaporará. Al término de su vida útil las piscinas serán cubiertas con el material removido, en su construcción. Se estima un caudal de descarga intermitente de 0,5 l/s durante un período de 10 hr al día.

B. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que genera el proyecto se encuentran relacionados con la mantención de maquinaria, materiales sobrantes, desperdicios del sondaje, con la actividad humana (residuos sólidos domésticos), y corresponden a:

a) Aceites usados y Lubricantes

Se estima que se generarán 240 litros (aprox. un tambor) de aceites usados durante los cuatro meses de operación del proyecto, los que provendrán de las máquinas de sondaje. Los aceites de los motores requieren ser cambiados cada 10 días de operación en cantidad de 20 litros por máquina de sondaje, lo que justifica la cifra indicada anteriormente.

El tambor será entregado a una empresa especialista y autorizada para el manejo de aceites residuales peligrosos para su disposición final (COPEC retira y el destino final es Celite Chile Ltda. En Arica).

b) Residuos sólidos domésticos.

Los residuos sólidos domésticos corresponden a los sobrantes de las comidas de los perforistas 2 veces por día (dos turnos), en total 13 personas día. Si se considera una tasa de generación de 700 g/persona /día, la generación diaria será de 9,1 Kg/día.

Estos residuos se dispondrán en bolsas de polietileno y en contenedores rotulados para la disposición de desechos, y ubicados en el área de trabajo. Desde allí serán trasladados hasta el vertedero controlado de Putre, para su disposición final, o en otros lugares debidamente autorizado para estos efectos, con una frecuencia de una vez cada dos días.

c) Residuos Sólidos no Peligrosos

Las actividades de perforación generan los siguientes residuos sólidos no peligrosos:

- Sacos y bolsas de papel, cartones de embalaje, bolsas y sacos plásticos y maderas
- Bidones metálicos y plásticos
- Trozos de tuberías metálicos y plásticos
- Aceros de perforación desechados
- Piezas de desgaste de la maquinaria
- Restos de impermeabilizante y sedimentos de las piscinas

Los residuos a generarse se indican en la Tabla 2.2-7

Tabla 2.2-7: Generación de Residuos Sólidos – Etapa de Operación

| Identificación Residuos | Volumen de los residuos | Destino de los residuos generados | Tipo de manejo de los residuos generados |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Residuos Sólidos Domésticos | Promedio 8 Kg./día | Botadero autorizado en Putre | Acopio temporal en tambores y traslado cada 2 días a botadero autorizado |
| Residuos Sólidos no peligrosos (piezas recambio, residuos de excavación) | Variable | Botadero autorizado en Putre | Acopio temporal en containers tapados y traslado cada 3 días a botadero autorizado. |
| Restos de aceites y lubricantes) | 215 lt en total | Empresa especialista en el manejo de residuos peligrosos | Tambor (es) o bidones rotulados y sellados y traslado |

2.2.2.4.3 Ruido

La exploración minera generará emisiones de ruido lejanas a cualquier centro poblado, serán dispersas incluyendo la operación de maquinaria para movimientos de tierra, habilitación de caminos, y circulación de camiones y vehículos livianos. Se generará ruido en las plataformas de sondaje debido al funcionamiento de las máquinas perforadoras. En la Tabla 2.2-8 se indica las fuentes de ruido del proyecto.

Tabla 2.2-8: Fuentes de Ruido – Etapa de Operación

| Fuente de Ruido | Tipo de ruido y características | Nivel de ruido emitido db(A) | Horario de emisión de ruido |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Maquina de sondajes Diamantina | Motor Diesel | 80 db (*) | 24 hrs./día |

Nota : El personal utilizará protectores auditivos

2.2.3 Etapa de Cierre y Abandono

La etapa de cierre y abandono consiste en el retiro de equipos y maquinaria a utilizar y el cierre de las plataformas. El objetivo central de esta fase es otorgar una condición segura al área del Proyecto, para proteger el medio ambiente. Las actividades identificadas para esta etapa corresponden a:

Cierre de Huellas de Acceso

Esto se llevará a cabo con el material que se remueva durante la habilitación de las huellas, el cual será acumulado a un costado de la plataforma, de tal manera de poder utilizarlo nuevamente en el sector desde donde se extrajo. El espesor del material relocalizado será de unos 10 cm. Una vez relocalizado el material sobre la superficie del terreno, éste será arado para favorecer la recolonización de la cubierta vegetal.

Cierre de Sondajes y Plataformas

Desinstalación equipo de sondaje

Las acciones a seguir son:

- Posicionar la torre en la estructura de fijación y levantar los gatos hidráulicos
- Revisar el camión especialmente sus niveles de aceite agua y combustible
- Proceder a la limpieza y acceso del estacionamiento

Desmontaje de plataformas de sondaje

- Se cubrirá cada sondaje con una tapa de concreto a nivel del terreno y se instalará en el orificio del sondaje un tubo de PVC de hasta 1,0 metros de altura sobre el terreno
- Una vez retirada la maquinaria se retirará la carpeta de polietileno instalada bajo la máquina de sondaje para la contención de derrames, esta será gestionada con el resto de los residuos no peligrosos, si hubiera ocurrido algún derrame entonces se manejará como un residuos peligroso dando cumplimiento al D.S 148 del MINSAL.
- Limpieza y retiro de los materiales sobrantes o desperdicios de la perforación de sondajes desde las plataformas superficiales. Los residuos sólidos no peligrosos y sólidos domésticos serán enviados al Botadero autorizado de Putre, los residuos sólidos peligrosos serán enviados a un vertedero autorizado para este tipo de residuos y manejados de acuerdo a lo indicado en el D.S 148 del MINSAL.
- Los lodos de las piscinas de evaporación serán analizados y dependiendo de esto se definirá su manejo como residuo sólido no peligroso (será enviado en conjunto con los residuos domésticos) al botadero autorizado de Putre o como residuo peligroso (serán enviados a un vertedero autorizado para este tipo de residuos y manejados según lo señalado en el D.S 148 del MINSAL).
- Una vez retirados los lodos y la carpeta de polietileno de las piscinas estas serán tapadas con el material de excavación que fueron construidas.
- Se realizará la limpieza general de las áreas de plataforma
- El material extraído desde la habilitación de las plataformas que se encontrará acopiado a un costado de éstas, será esparcido a pala sobre el área intervenida, y será arado para favorecer la recolonización de la cubierta vegetal.
- Se tomará un registro fotográfico con el cierre de las áreas de plataformas.

5.2 Medio Físico

5.2.1 Clima y Meteorología

5.2.1.1 Introducción

El presente capítulo contiene el Estudio de Línea de Base del componente Clima y Meteorología en la zona definida como área de influencia del Proyecto de Exploración Minera Catanave.

5.2.1.1.1 Objetivo

El objetivo de este capítulo es desarrollar una descripción de las condiciones climáticas y meteorológicas del área de influencia del proyecto, en base a estadísticas oficiales existentes en la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas y a información recopilada en proyectos realizados por SRK en la zona.

5.2.1.1.2 Area de Estudio

El área de estudio para la meteorología se ha definido en función de la localización del proyecto. Se pretende realizar una descripción cualitativa de las características climáticas a nivel macro de la región de Arica y Parinacota, así como también un análisis cuantitativo en base a datos meteorológicos registrados en estaciones representativas de la región y cercanas al área de proyecto, con el objetivo de caracterizar el área de influencia de éste.

Para el estudio, se ha recopilado la información de estaciones meteorológicas pertenecientes a la DGA con un período de registro lo suficientemente amplio como para obtener un perfil representativo de la zona.

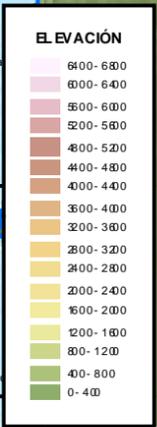
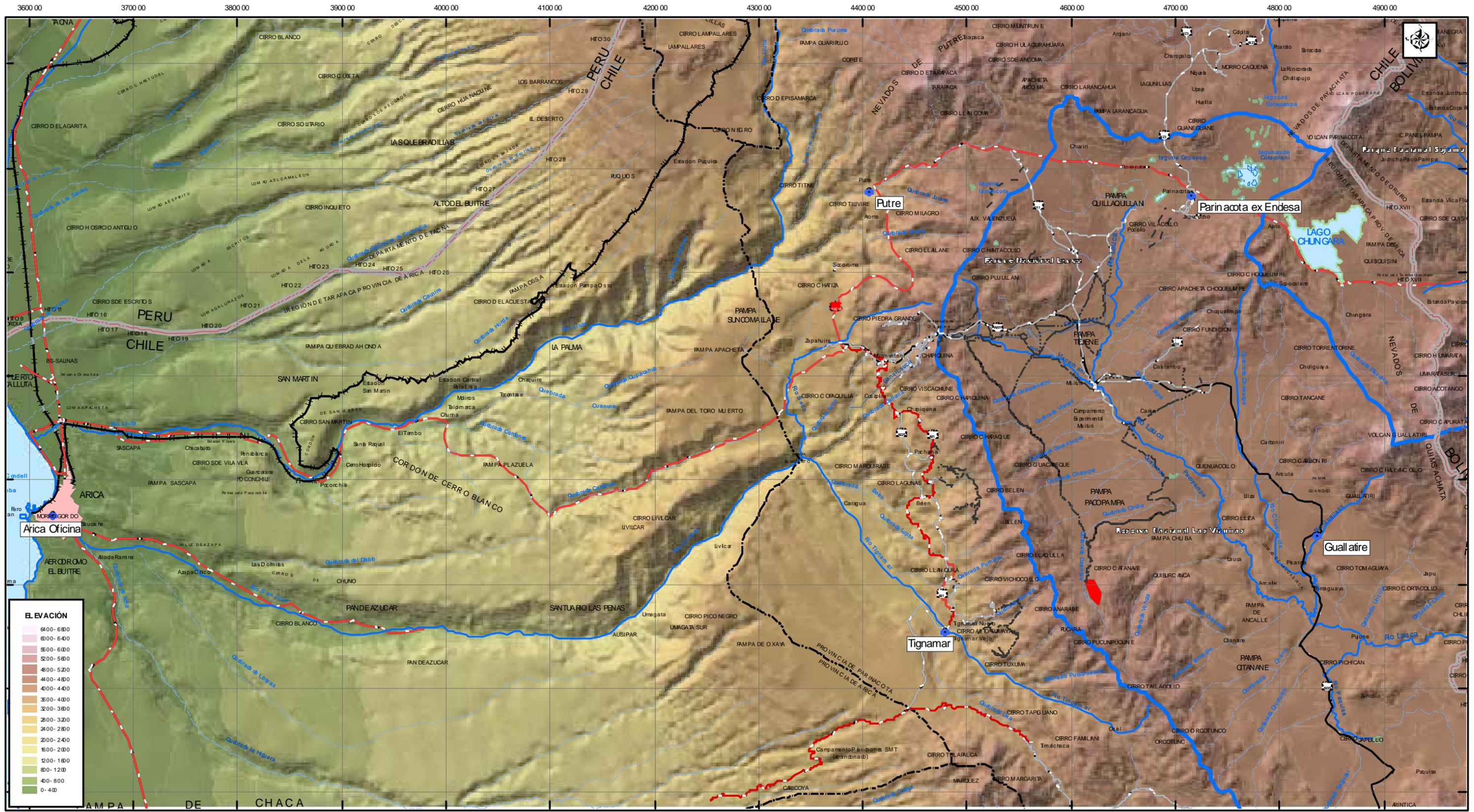
En la Tabla 5.2.1-1 se resumen las estaciones de monitoreo seleccionadas para el presente estudio, señalando los parámetros medidos en cada una de ellas y el período de registro correspondiente.

Tabla 5.2.1-1 Estaciones de Monitoreo DGA, Parámetros y Período de Registro

| Estación DGA | Este | Norte | Altitud | Parámetros | Desde | Hasta |
|----------------------|---------|-----------|---------|-----------------------------------------|-------|-------|
| Parinacota ex Endesa | 471.625 | 7.987.180 | 4.420 | Precipitación Mensual | 1988 | 2008 |
| | | | | Precipitación Máxima Mensual en 24 Hrs. | | |
| | | | | Temperatura Media Mensual | 1988 | 2002 |
| | | | | Humedad Relativa Mensual | 1988 | 1997 |
| Guallatire | 483.666 | 7.954.647 | 4.240 | Precipitación Mensual | 1988 | 2008 |
| | | | | Precipitación Máxima Mensual en 24 Hrs. | | |
| Putre | 440.751 | 7.987.664 | 3.545 | Precipitación Mensual | 1988 | 2008 |
| | | | | Precipitación Máxima Mensual en 24 Hrs. | | |
| | | | | Temperatura Media Mensual | 1988 | 2002 |
| | | | | Humedad Relativa Mensual | 1988 | 2007 |
| Tignamar | 447.886 | 7.945.423 | 3.230 | Precipitación Mensual | 1988 | 2008 |
| | | | | Precipitación Máxima Mensual en 24 Hrs. | | |
| Arica Oficina | 362.298 | 7.956.462 | 20 | Precipitación Mensual | 1988 | 2008 |
| | | | | Precipitación Máxima Mensual en 24 Hrs. | | |
| | | | | Temperatura Media Mensual | 1988 | 1989 |

*Coordenadas en DATUM PSAD56

La ubicación de de las estaciones meteorológicas se ilustra en la Figura 5.2.1-1.



Leyenda

| | | | | | |
|--|---------------------------|--|----------------|--|-----------------------|
| | AREA PROYECTO | | HDR OGRAFIA | | LIMITES INTERNACIONAL |
| | Estaciones Meteorológicas | | QUEBRADAS | | REGIONAL |
| | Parque Nacional | | CUENCA GENERAL | | PROVINCIAL |
| | Reserva Nacional | | Cuenca | | COMUNAL |
| | Trazado Indefinido | | CAMINO S | | |
| | Pavimentado | | | | |
| | CAMINO TERRA | | | | |
| | HUELLA | | | | |

| | | | | PROYECTO DE EXPLORACION MINERA CATANAVE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|
| ESTACIONES METEOROLOGICAS DCA | | SRK Consulting Engineers and Scientists | | SOUTHERN COPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | <table border="1"> <tr><th>FECHA</th><th>RESPONSABLE</th><th>ESTADO</th></tr> <tr><td>01/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>02/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>03/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>04/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> <tr><td>05/01/2009</td><td>RODRIGUEZ</td><td>ESTADO PROYECTO</td></tr> </table> | FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA | RESPONSABLE | ESTADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05/01/2009 | RODRIGUEZ | ESTADO PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SRK CONSULTING | | SOUTHERN COPPER | | ESTACIONES METEOROLOGICAS DCA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01-21-03-03 | | 1:350000 | | 52.1-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5.2.1.2 Metodología

La metodología para la línea de base de clima y meteorología se basó principalmente en una revisión de información existente en fuentes oficiales, en las áreas de influencia del proyecto.

En primer lugar, se recopiló información bibliográfica sobre las características climáticas de la XV Región de Arica y Parinacota, de manera de poder generar un perfil cualitativo a escala regional en función de las clasificaciones convencionales climáticas y bioclimáticas.

Posteriormente y para complementar lo anterior, de acuerdo a un análisis espacial de la localización del proyecto y de la ubicación de las estaciones meteorológicas que mantiene activa la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, se seleccionaron aquellas que mantuviesen un período de registro lo suficientemente representativo para caracterizar cuantitativamente el área en términos de su régimen de precipitaciones, temperatura, evaporación y humedad relativa.

A continuación se detallan las principales fuentes de información utilizadas:

- Cinco estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas (DGA), en donde se tiene registros de precipitaciones para todas ellas; 3 de temperatura; y 2 con evaporación y humedad relativa.
- Información de precipitaciones de la publicación “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días”. MOP, Dirección General de Aguas, 1991.
- Antecedentes climáticos descriptivos de la Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección Meteorológica de Chile.
- Bioclimatología de Chile de DiCatri, F. y E. Hajek. 1976.

5.2.1.3 Resultados

5.2.1.3.1 Antecedentes Climáticos Regionales

El espacio que comprende la XV Región de Arica y Parinacota, se encuentra inserto en la zona intertropical sudamericana, hecho que le confiere características específicas respecto al resto del país, como es la presencia en la zona del altiplano de una variedad climática de influencia tropical, en cuya estación estival influyen, masas de aire provenientes del nororiente, portadoras de humedad que son originadoras de lluvias en este sector.

Los sectores costeros centrales de la región, permanentemente se encuentran regidos por la influencia del anticiclón del Pacífico Suroriental, lo que establece condiciones de gran estabilidad atmosférica, situación que se refuerza por la acción que genera la corriente oceánica de Humboldt, de tal modo que las masas de aire descendentes del anticiclón, que se calientan adiabáticamente, entran en contacto con masas de aire superficiales relativamente frías lo que genera una inversión térmica, cuyo límite se ubica entre los 800 y 900 metros de altitud.

La inversión térmica produce una abundante nubosidad de tipo estratocúmulos, que compromete al espacio costero; hacia el sector central, las condiciones atmosféricas se mantienen secas y transparentes, debido a la oposición que manifiestan, tanto los relieves costeros como los andinos, para la penetración de las influencias oceánicas y las orientales.

La Dirección Meteorológica de Chile ha realizado una clasificación de los tipos de clima de la región de Arica y Parinacota (parte de la antigua I Región de Tarapacá), basada en la clasificación de Köppen, estos son:

Clima Desértico con Nublados Abundantes (BWN).

Se presenta en todo el sector costero de la región, caracterizándose por la nubosidad estratocumuliforme de limitado espesor que se presenta en horas de la noche disipándose en el transcurso de la mañana. Esta nubosidad se manifiesta como nieblas o camanchacas en sectores ubicados en el nivel de la capa de nubes, cuando las masas húmedas procedentes del mar chocan con la cordillera de la Costa ascendiendo bruscamente y produciendo la condensación de la humedad en pequeñas gotitas.

Otra característica de este clima es la escasa diferencia entre las temperaturas extremas diarias así como entre los meses más cálidos y más fríos, que sólo alcanza a unos 6° a 7° C; la relativamente alta humedad y las casi inexistentes precipitaciones.

Clima Desértico Normal (BW).

Este clima se presenta por sobre los 1000 m, en la zona denominada la Pampa de la región. Está caracterizado por una masa de aire muy estable y seca que origina una gran aridez, cielos despejados todo el año, una humedad atmosférica baja y una alta oscilación térmica diaria que puede llegar a unos 25° C, como en la Pampa del Tamarugal, debido al gran enfriamiento nocturno, que en algunos sectores produce mínimas cercanas a 0° C.

Clima Desértico Marginal de Altura (BWH).

Este clima se presenta en las zonas próximas a la cordillera por encima de los 2.000 m de altura. Esta zona se ve caracterizada por una masa de aire inestable que por efectos de la altura produce nubosidad de desarrollo vertical que da origen a precipitaciones durante casi todos los veranos. Si bien no son tan abundantes como para eliminar la característica desértica, crean condiciones para la existencia de una incipiente vegetación estacional. Las temperaturas muestran un régimen relativamente frío, con un promedio no superior a los 10° C.

Clima de Estepa de Altura (BSH).

Este clima se presenta por sobre los 3.500 m, elevación tal que las temperaturas medias no sobrepasan los 5° C y produce una gran amplitud térmica entre el día y la noche. Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano, son de origen convectivo, provenientes de nubosidad producida por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la ladera oriental de Los Andes, provenientes de la cuenca amazónica y del Atlántico. En algunos sectores superan los 400 mm al año pero disminuyen hacia el sur. La humedad relativa en general es baja.

5.2.1.3.2 Antecedentes Climáticos del Area del Proyecto

El área en que se emplaza el proyecto (Reserva Nacional Las Vicuñas) se encuentra regida por un Clima de Estepa de Altura, el que se desarrolla a partir de los 3.500-4.000 metros de altitud, cubriendo toda el área altiplánica o meseta altoandina.

En general el clima de la meseta altiplánica se caracteriza por presentar los efectos propios de la altura, como son los valores relativamente bajos de temperatura, humedad, presión y densidad del aire. La ocurrencia de las precipitaciones se concentran en los meses de Diciembre a Marzo, durante la estación de verano, momento en que sufre un avance hacia el sur la Convergencia Intertropical, siguiendo el movimiento aparente del sol, lo que se traduce en un mayor desarrollo de nubosidad convectiva localizada en el sector sur de la cuenca amazónica, sector desde los cuales el flujo de vientos hacia el SE aporta el vapor de agua que da origen a las precipitaciones estivales.

En base a los antecedentes económico-productivos de la zona, es pertinente mencionar que según la clasificación agroclimática realizada por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Agroclima Putre presenta en invierno temperaturas superiores a los $-2,9^{\circ}\text{C}$ en el mes más frío, en tanto que la máxima media diaria del mes más frío varía de 0° a 5°C . En verano, la máxima media de los cuatro meses más cálidos es superior a los 10°C .

5.2.1.3.3 Antecedentes Meteorológicos

La meteorología del área donde se emplazarán las instalaciones del proyecto de Exploración Minera Catanave, será descrita a partir de las estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas seleccionadas previo análisis espacial del sector, de manera de contar con un conjunto de datos representativos de la zona.

En esta sección se presentan los antecedentes pluviométricos, de evaporación, temperatura y humedad relativa del área de estudio, en función de los registros meteorológicos existentes.

Pluviometría

La pluviometría de las áreas donde se emplazará las instalaciones del proyecto de Exploración Minera Catanave será descrita a partir de las estaciones meteorológicas de la Dirección General de Aguas (DGA). La Tabla 5.2.1-2 muestra las estaciones pluviométricas seleccionadas para este estudio.

Tabla 5.2.1-2: Estaciones DGA con Datos de Precipitación.

| Nombre | Código BNA | Este | Norte | Altitud | Período de Registro | Sub Cuenca | PP Media Anual (mm) |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|---------------------|----------------|---------------------|
| Parinacota Ex Endesa | 01020017-2 | 471.625 | 7.987.180 | 4.420 | 1988-2008 | Río Lauca | 330 |
| Guallatire | 01021007-0 | 483.666 | 7.954.647 | 4.240 | 1988-2008 | Río Lauca | 238 |
| Putre | 01202010-4 | 440.751 | 7.987.664 | 3.545 | 1988-2008 | Río Lluta Alto | 176 |
| Tignamar | 01300008-5 | 447.886 | 7.945.423 | 3.230 | 1988-2008 | Azapa Alto | 140 |
| Arica Oficina | 01310018-7 | 362.298 | 7.956.462 | 20 | 1988-2008 | Río San Jose | 1 |

Coordenadas en DATUM PSAD56

Fuente: Elaboración propia a partir datos de Dirección General de Agua, 2009

Estas estaciones pluviométricas poseen mediciones mensuales de precipitaciones, abarcando un periodo de registro bastante amplio. Todas ellas cuentan con datos continuos de más de veinte años, lo que es muy favorable para establecer correlaciones y realizar un análisis estadístico.

Los niveles de agua caída se diferencian en la región, de acuerdo a lo que muestran las estaciones meteorológicas, según su localización respecto a la influencia generada por el fenómeno llamado invierno Boliviano. En los valores de precipitación media anual que se muestran en la Tabla 5.2.1-2 se observan los mayores registros en la estación de Parinacota Ex Endesa, los cuales superan los 300mm anuales en promedio. Totalmente opuesto es el caso de la estación ubicada en la ciudad de Arica, que registra un promedio anual de agua caída cercana a 1mm.

La Tabla 5.2.1-3 muestra las precipitaciones medias mensuales obtenidas para cada estación pluviométrica. El detalle de los registros pluviométricos es presentado en el Apéndice 3.

Tabla 5.2.1-3: Precipitaciones Medias Mensuales (mm).

| Estación | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|----------------------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Parinacota Ex Endesa | 112,1 | 83,3 | 57,3 | 8,3 | 0,9 | 1,5 | 2,4 | 1,5 | 0,7 | 2,2 | 4,7 | 34,1 |

| Estación | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Guallatire | 80,0 | 68,1 | 55,9 | 5,9 | 1,0 | 0,6 | 4,3 | 4,6 | 2,8 | 1,4 | 2,8 | 25,4 |
| Putre | 66,7 | 57,5 | 27,3 | 1,6 | 0,7 | 1,0 | 2,5 | 1,8 | 2,0 | 0,4 | 0,5 | 20,2 |
| Tignamar | 58,4 | 39,4 | 20,9 | 0,9 | 0,1 | 0,4 | 1,1 | 2,2 | 2,2 | 0,2 | 0,3 | 16,6 |
| Arica Oficina | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Fuente: Elaboración propia a partir datos de Dirección General de Agua, 2009

En la Figura 5.2.1-2 se representa gráficamente los valores de precipitaciones medias mensuales de la tabla anterior, de manera de diferenciar la distribución a lo largo del año de los niveles de agua caída en la zona de estudio.

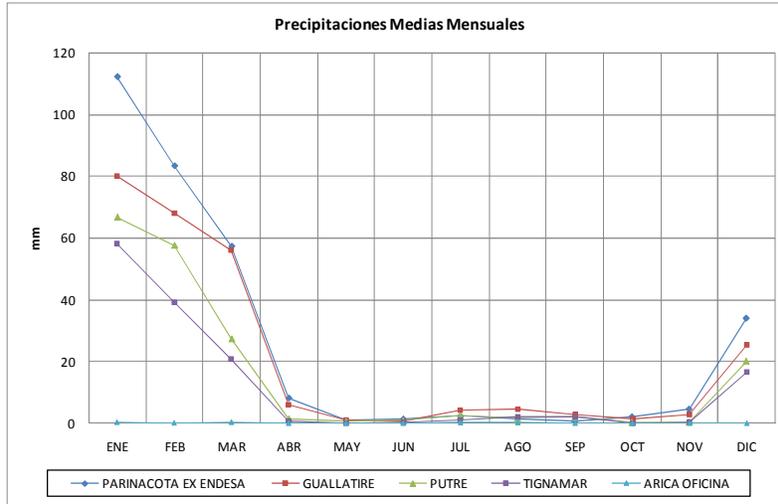


Figura 5.2.1-2: Precipitación Media Mensual Estaciones DGA (mm/mes).

Se observan claramente dos fenómenos importantes:

- En primer lugar la estación ubicada en la ciudad de Arica a 30m s.n.m.m. posee valores de precipitación prácticamente nulos, con una media anual de 1mm y su valor medio mensual más alto es de 0,29mm en el mes de marzo, seguido por 0,28mm en el mes de enero.
- Por otro lado, las estaciones ubicadas hacia el sector altiplánico, manifiestan un comportamiento muy similar. Las máximas precipitaciones son registradas entre los meses de diciembre y marzo, en los cuales se desarrolla el fenómeno de invierno Boliviano mencionado anteriormente, característica del tipo de clima de Estepa de Altura que prima en la zona en que se desarrollará el proyecto.

En general se aprecia que la región corresponde a una zona con precipitaciones escasas, marcadas por una prolongada estación seca que bordea los 8 meses del año, y que registra sus máximos valores de agua caída en los meses estivales.

En relación al régimen de lluvias a una escala diaria, los registros de precipitaciones máximas mensuales en 24 horas, cuyos valores se presentan en el Apéndice 3, se resumen en la Tabla 5.2.1-4.

Tabla 5.2.1-4: Precipitaciones Máxima en 24 Horas del Período de Registro (mm)

| Nombre | Altitud | Sub Cuenca | PP 24 Hr. (mm) | Año Registro |
|----------------------|---------|----------------|----------------|--------------|
| Parinacota ex Endesa | 4.420 | Río Lauca | 98,5 | 2001 |
| Guallatire | 4.240 | Río Lauca | 30,0 | 2005 |
| Putre | 3.545 | Río Lluta Alto | 47,0 | 2002 |

| Nombre | Altitud | Sub Cuenca | PP 24 Hr. (mm) | Año Registro |
|---------------|---------|--------------|----------------|--------------|
| Tignamar | 3.230 | Azapa Alto | 67,0 | 1997 |
| Arica Oficina | 20 | Río San Jose | 4,1 | 1997 |

Fuente: Elaboración propia a partir datos de Dirección General de Agua, 2009

A su vez, en el estudio “Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días” realizado por la DGA en 1991, se estiman las precipitaciones máximas en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años. Para las subcuenca del Río Lauca en que se localiza el proyecto, estas estimaciones van desde los 30,5mm a los 36,1mm.

Evaporación, Humedad y Temperatura

La información recopilada de evaporación de tanque, humedad y temperatura corresponde a 2 estaciones meteorológicas controladas por la DGA y que se listan en la Tabla 5.2.1-5: Parinacota Ex Endesa y Putre. Si bien la estación instalada en Arica se consideraba como una de las que mantenía registros de la variable temperatura, ésta sólo presenta datos para los años 1988 y 1989 y sólo para los meses de agosto a diciembre, por lo que se omite de los análisis para este estudio.

Tabla 5.2.1-5: Estaciones Meteorológicas DGA - Evaporación, Humedad y Temperatura

| Nombre | Código BNA | Este | Norte | Altitud | Período de Registro | | | Sub Cuenca |
|----------------------|------------|---------|-----------|---------|---------------------|-------------|------------------|----------------|
| | | | | | Evaporacion | Temperatura | Humedad Relativa | |
| Parinacota Ex Endesa | 01020017-2 | 471.625 | 7.987.180 | 4.420 | 1988-1997 | 1988-2008 | 1988-2002 | Río Lauca |
| Putre | 01202010-4 | 440.751 | 7.987.664 | 3.545 | 1988-2007 | 1988-2008 | 1988-2002 | Río Lluta Alto |

Fuente: Elaboración propia a partir datos de Dirección General de Agua, 2009

El Apéndice 3 detalla los períodos de registro de todos los datos recopilados.

Evaporación

La evaporación anual media registrada en las 2 estaciones mencionadas anteriormente, varía entre 1876 mm en la estación Parinacota y 1976 mm en estación Putre. El gráfico de la Figura 5.2.1-3 muestra los valores de evaporación de tanque media mensual para las 2 estaciones.

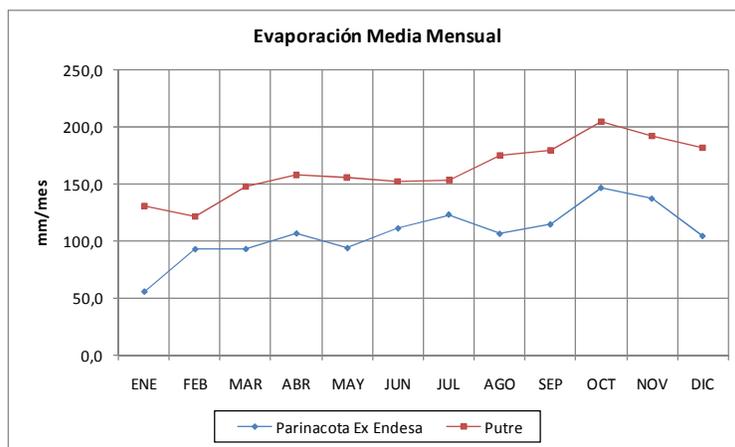


Figura 5.2.1-3: Evaporación de Tanque Media Mensual (mm/mes).

La gráfica muestra curvas relativamente similares entre las dos estaciones en lo que respecta a su comportamiento estacional. Comparativamente, la estación de Putre presenta valores más altos que la ubicada en Parinacota, siendo su registro promedio mensual más bajo el de febrero con cerca de 122 mm, mientras que en la segunda esto ocurre en el mes de enero con 56 mm. En cuanto a los registros medios

mensuales más altos, estos se registran en las dos estaciones en el mes de Octubre con 204 mm y 146 mm respectivamente.

Es importante mencionar que los valores obtenidos desde el evaporímetro de bandeja representan condiciones ideales de evaporación no replicables en terreno. Por lo tanto, es normal reducir la estimación de evaporación potencial actual por un factor del orden de 0,7. No obstante, esta corrección sólo moverá las curvas del gráfico anterior hacia magnitudes inferiores sin afectar la tendencia estacional.

Temperatura

La temperatura media anual registrada en las 2 estaciones mencionadas anteriormente, varía entre 3 °C en la estación Parinacota y 8,9 °C en estación Putre, siguiendo una oscilación invernal-estival típica. La temperatura media mensual más fría se registra entre los meses de junio y agosto, y la más cálida se sitúa entre diciembre y marzo.

El gráfico de la Figura 5.2.1-4 muestra las temperaturas medias mensuales obtenidas para cada estación monitora.

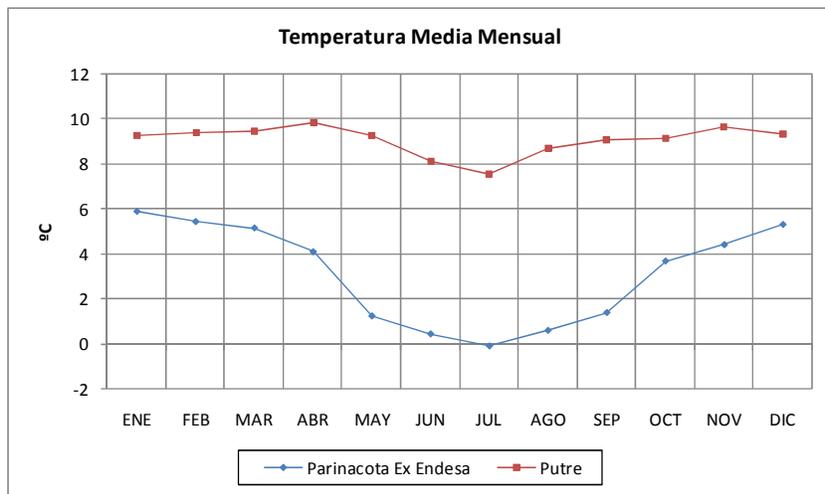


Figura 5.2.1-4: Temperatura Media Mensual (°C)

La gráfica muestra curvas relativamente similares entre las dos estaciones en lo que respecta a su comportamiento estacional, salvo que la estación de Parinacota muestra una oscilación térmica anual mucho mayor.

Comparativamente, la estación de Putre presenta valores más altos que la ubicada en Parinacota, siendo su registro promedio mensual más bajo el de julio con cerca de 7,5 °C, mientras que en la segunda esto ocurre en el mismo mes con -0,12 °C (bajo cero). En cuanto a los registros medios mensuales más altos, estos se observan en el mes de abril en el caso de Putre con 9,8 °C y en el mes de enero en Parinacota con 5,8 °C. Es clara la diferencia en magnitud de los valores registrados de la variable temperatura entre las dos estaciones, lo que se debe al efecto de la altura en cada una de ellas, presentando una diferencia en cota de cerca de 1.000 m.

En cuanto a la estación Arica Oficina, ésta sólo presenta registros durante los meses de agosto-octubre en el año 1988 y agosto-diciembre en el año 1989, por lo que no es posible realizar un análisis estadísticamente consistente de la variable.

Humedad Relativa

La humedad relativa del aire registrada en las 2 estaciones mencionadas anteriormente, varía su media anual entre 40% en la estación Putre y 48% en estación Parinacota. Se observa que las dos estaciones registran

valore medios muy similares en los meses estivales (diciembre-marzo), para luego diferenciarse en los meses de abril a noviembre, siendo los registros de la estación de Putre más bajos que en Parinacota.

Este aumento en los meses estivales, se da por el ascenso de masas de aire cargadas de humedad por la ladera oriental de Los Andes, provenientes de la cuenca amazónica y del Atlántico (Invierno Boliviano).

Este fenómeno incide directamente en las precipitaciones que se dan en este mismo período del año, en donde las masas de aire cargadas de humedad generan una nubosidad propicia para la generación de lluvias de origen convectivo.

El gráfico de la Figura 5.2.1-5 muestra los registros medios mensuales de la humedad relativa del aire en las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente.

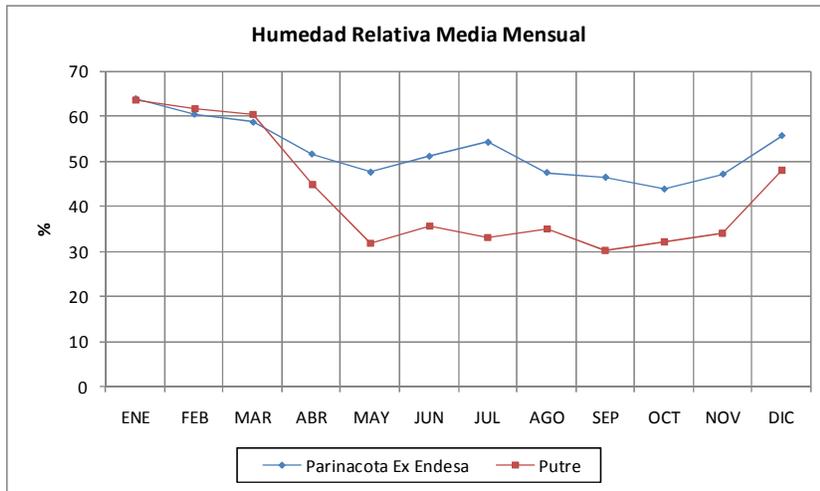


Figura 5.2.1-5: Humedad Relativa del Aire - Media Mensual (%)

5.2.1.4 Conclusiones

Para la caracterización climática de la zona, se realizó una revisión bibliográfica que determinó la presencia de cuatro categorías bioclimáticas a nivel regional, distribuidas en forma transversal de acuerdo principalmente a los cambios de altura del terreno desde el litoral hacia el cordón andino.

Dentro de estas clasificaciones se reconoce la Estepa de Altura como la predominante en el área específica en que se desarrollaran las actividades del proyecto, de acuerdo a su contexto espacial y geográfico.

El estudio fue complementado con un análisis de registros meteorológicos pertenecientes a cinco estaciones monitoras de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas; las cuales fueron seleccionadas de forma conveniente, previo análisis espacial, de manera de obtener un perfil representativo del área de interés.

Los datos analizados muestran claramente las características de la zona, y las diferencias que se dan transversalmente en la región. El efecto del relieve se ve reflejado en la incidencia de la altitud a las condiciones meteorológicas.

Se aprecia la existencia de una estación seca prolongada en el año, la cual se da entre los meses de abril y noviembre. Las lluvias de carácter convectivo aparecen en época estival producto de un aumento en la humedad relativa del aire; esto originado por el avance de masas de aire provenientes de la cuenca amazónica cargadas de humedad (Invierno Boliviano). Por su parte, las temperaturas muestran un perfil tradicional de máximas en verano y mínimas en invierno, mientras que las tasas de evaporación anual superan los 1800 mm.

5.2.2 Calidad del Aire y Ruido

5.2.2.1 Introducción

El presente capítulo contiene el Estudio de Línea de Base de las componentes Calidad de Aire y Ruido en el área de influencia del Proyecto de Exploración Minera Catanave.

El objetivo de este capítulo es desarrollar una descripción de las condiciones de la calidad del aire y ruido del área de influencia del proyecto, en base a antecedentes conceptuales del área del proyecto dado que no existen antecedentes para realizar una caracterización cuantitativa.

El área de estudio del proyecto se encuentra asociada a las acciones que influyen sobre la calidad del aire. Este se asocia a la vía de acceso por la ruta A 211, a un camino de tierra y a huellas existentes hasta la zona del proyecto, y un radio de 2 km alrededor de las áreas de construcción de las plataformas.

5.2.2.2 Metodología

La calidad de aire y de ruido del área de influencia del proyecto se analiza desde un punto de vista conceptual, considerando la magnitud, frecuencia y la ubicación de las fuentes de emisiones al ambiente (aire y ruido) existentes en el área, así como también las variables meteorológicas y características topográficas que condicionan la estabilidad atmosférica. Además se realizó una visita al área en donde se desarrollarán las actividades del proyecto, de manera de contar con una visión clara de las características del entorno que puedan tener relación con las componentes de calidad de aire y ruido.

5.2.2.3 Resultados y Conclusiones

El proyecto se emplaza en la zona altiplánica de la región de Arica y Parinacota. La localidad urbana más cercana al área de emplazamiento del proyecto corresponde a Putre y se localiza a 60 km del proyecto, por la vía de acceso a éste. Otras localidades rurales pequeñas más cercanas, tal como Tignamar que se localiza a 15 km en línea recta al proyecto, pero separada de éste por un cordón montañoso (cordón de Belén).

En el área de influencia del proyecto, no existen fuentes fijas ni móviles de relevancia. Se trata de una zona donde no hay circulación de vehículos. En el acceso al proyecto por la ruta A 211 no existen caseríos o la presencia de población. La casa más cercana al área del proyecto en la ruta de acceso al proyecto, se encuentra a unos 12 km de éste medidos en línea recta.

Por lo tanto, dada la inexistencia de fuentes contaminantes fijas de ruido y de calidad del aire, y la escasa circulación de vehículos, se estima que en el área existe una muy buena calidad del aire y un bajo nivel de presión sonora.

5.2.3 Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos

5.2.3.1 Introducción

En el marco de las actividades comprometidas para el estudio de Línea de Base para el Proyecto de Exploración Minera Catanave, se presentan en este capítulo las componentes Geología, Geomorfología y Riesgos Geológicos para el área de influencia del proyecto.

El objetivo de este capítulo es entregar una caracterización integrada del medio físico, específicamente de la geología, geomorfología y riesgos presentes en el área de influencia del proyecto.

El área del proyecto de exploración Catanave se localiza en el extremo norte de Chile, en la XV Región de Arica y Parinacota, provincia de Parinacota, comuna de Putre.

5.2.3.2 Metodología

El desarrollo de este se llevó a cabo mediante una revisión bibliográfica sobre el área en general y en particular, un análisis fotogeológico del área en estudio, y un reconocimiento de terreno.

El trabajo se inició con la revisión y recopilación de antecedentes existentes en reparticiones públicas, de algunos trabajos producto de investigaciones anteriores de SRK en la zona e información proporcionada por la minera Southern Copper Corporation.

Lo anterior se complementó con un análisis foto interpretativo en base a fotos aéreas en b/n, N^{os} 7128-7129-7322-7323, correspondientes al vuelo GEOTEC del SAF, años 1996-2002, escala aproximada 1:50.000. Con este análisis se obtuvo una primera aproximación de la zona del proyecto.

El levantamiento de información en terreno se realizó a principios del mes de junio de 2009, reconociéndose la geología y geomorfología y registrándose los probables riesgos naturales en el área.

5.2.3.3 Resultados

5.2.3.3.1 Marco Geomorfológico Regional

Las unidades morfogénicas que modelan la Región de Arica y Parinacota se reconocen en 5 franjas longitudinales claramente demarcadas: el Farellón Costero y/o Planicies Litorales, la Cordillera de la Costa, la Depresión Intermedia, la Precordillera y la Alta Cordillera o Cordillera de Los Andes que comprende una meseta identificada como Altiplano (Figura 5.2.3-1).

El primer rasgo que surge de oeste a este es el Farellón Costero, es un cordón uniforme que se levanta desde el nivel del mar hasta alturas del orden de 800 m, identificándose con la línea actual del litoral. Las Planicies Litorales (o llanuras costeras), de escaso desarrollo, son escasísimas y casi inexistentes en esta región, excepto donde se emplaza la ciudad de Arica.

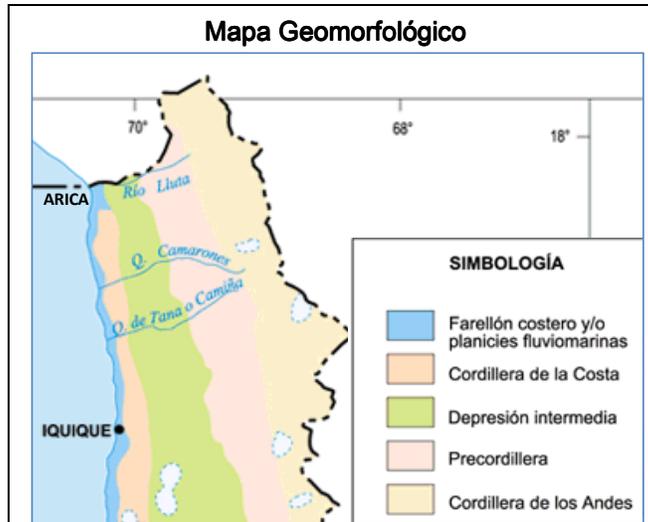


Figura 5.2.3-1: Mapa Geomorfológico Región de Arica y Parinacota.

La Cordillera de la Costa se inicia en el Cerro Camaraca (949 m), 20 km al sur de Arica. En esta región se presenta como un cordón de cerros estrecho, sin grandes alturas, pero con contacto directo con el mar. Su topografía es poco accidentada, con colinas redondeadas y valles y/o depresiones anchas. Hacia el este su altitud disminuye progresivamente, hasta la Depresión Intermedia, mientras que en el oeste, el límite con el Océano Pacífico es abrupto debido al “farellón costero”

La Depresión Intermedia alcanza unos 40 a 55 km de ancho. Es una región de topografía relativamente plana, donde la altitud aumenta de oeste a este, desde los 500 a los 2.000 m. s.n.m., con una pendiente regional de 1 a 2 grados al oeste. Se encuentra localmente cortada por las quebradas de Lluta, Azapa, Vitor y Camarones. Entre las quebradas se encuentran planicies denominadas pampas, siendo las principales las de Chaca y de Camarones. El límite occidental de la depresión intermedia es irregular y ondulante, dado por la progradación de los depósitos sedimentarios de la cuenca sobre la Cordillera de la Costa. El límite oriental de esta depresión está marcado, en forma abrupta, por una estructura recta regional de origen tectónico.

La Precordillera corresponde a una meseta alargada, de un ancho variable entre 20 y 35 km, cuya altitud aumenta de oeste a este, de 2.000 a 3.800 m. La superficie es regular y relativamente continua, está cortada por las quebradas profundas de Lluta, Azapa y Camarones.

La Alta Cordillera se divide en dos brazos: uno Oriental (Cordillera Oriental) que recorre Bolivia y el Occidental (Cordillera Occidental) que pasa por Chile. La topografía es muy irregular, con altitudes de 3.200-3.500 a 5.000-6.350 m. Las mayores elevaciones corresponden a los edificios volcánicos neógenos, como los volcanes Parinacota (6.350 m. s.n.m.) y Pomerape (6.282 m. s.n.m.), que juntos forman los Nevados de Payachatas, en la frontera con Bolivia, y el cordón de Belén (ca. 5.100 m. s.n.m.). El límite de la Precordillera con la Alta Cordillera es de forma irregular y de origen tectónico. El borde oriental de la Cordillera Occidental, comprende una meseta de forma sinuosa e irregular identificada como Altiplano Chileno tapizada por mantos de lava y volcanes. Aquí se encuentran varios ríos y lagunas endorreicas (Ríos Caquena, Lauca, Isluga y Cariquima, el lago Chungará, lagunas Parinacota, Cotacotani y Blanca), y salares (Salar de Surire) y bofedales.

5.2.3.3.2 Marco Geológico Regional

La geología del área se encuentra contenida en la Hoja Arica, serie geológica básica N°84 de la Carta Geológica de Chile, a escala 1:250.000 (Ref. 3), según se muestra en la Figura 5.2.3-2.

La Hoja Arica abarca el área entre los 18 y 19°S y entre la línea de costa (ca. 70°25'W) y la frontera con Bolivia (ca. 69°W). El registro geológico comprende unidades estratigráficas de ca. 1.000 Ma del Proterozoico al reciente. Destaca un periodo sin registro geológico en el Paleógeno, seguido de actividad volcánica y sedimentaria a partir del Oligoceno (25 Ma) al reciente, focalizada en la pre y alta Cordillera.

Sucesión litoestratigráfica generalizada:

Las rocas más antiguas de Chile se encuentran en la Precordillera. Constituyen el llamado Complejo Metamórfico de Belén, de edad proterozoica superior – paleozoica inferior, que está formado por rocas metamórficas (esquistos, anfibolitas y gneises), con una foliación promedio de rumbo NNW-SSE y manto moderado a alto al este. Este complejo está localmente sobreyacido, en discordancia angular, por los denominados Estratos de Quichoco, de ambiente marino litoral, que representan depositación en cuencas del Carbonífero-Pérmico.

El Jurásico-Cretácico está representado por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. En la Precordillera y Alta Cordillera afloran rocas sedimentarias, marinas-litorales y continentales, que constituyen la llamada Formación Livillar. En la Cordillera de la Costa se han reconocido restos del arco volcánico Jurásico – Cretácico Inferior (200 – 120 Ma), representado por la Formación Camaraca, que subyace en concordancia y aparente transición a la Formación Los Tarros, constituida por sedimentos marinos jurásicos. Ambas formaciones están sobreyacidas en discordancia angular, hacia el este, por conglomerados y areniscas continentales de la Formación Atajaña, asignada al Cretácico Inferior. En la Depresión Intermedia occidental, destaca la Formación Suca del Cretácico Inferior alto, constituida por lavas andesíticas con intercalaciones de areniscas continentales. Estas sucesiones estratificadas mesozoicas de la Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia están intruidas por cuerpos plutónicos e hipabisales del Jurásico Medio al Cretácico.

La época geológica Cretácico Superior – Paleoceno se encuentra expuesta en las grandes quebradas que cruzan la Precordillera y está representada, exclusivamente, por rocas plutónicas de composición intermedia.

La cobertura Oligoceno-Holoceno está constituida por extensas sucesiones de rocas volcánicas y sedimentarias continentales, expuestas casi en la totalidad del área. En el oeste, las sucesiones son principalmente sedimentarias, subhorizontales y espesores menores a 200m; mientras que hacia el este son principalmente volcánicas, localmente muy deformadas, y espesores de hasta 5.000 m. En la Cordillera de la Costa se conservan, dispersamente, depósitos aluviales y litorales del Oligoceno al Holoceno. En la Depresión Intermedia y la Precordillera, una cobertura sedimentaria y volcánica se dispone subhorizontalmente y sobreyace unidades más deformadas. En esta área, después de los intrusivos del Cretácico Superior – Paleoceno, se evidencia un hiatus durante el Eoceno. La sucesión estratigráfica es: Formación Azapa (Oligoceno) constituida por conglomerados y areniscas fluviales; que subyacen concordantemente y transicionalmente a flujos ignimbríticos de la Formación Oxaya (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior). La formación Oxaya está sobreyacida, en la Depresión Intermedia, por la Formación Diablo (Mioceno Inferior Tardío-Mioceno Medio) que incluye areniscas, limolitas, calizas y gravas, lacustres y fluviales; mientras que en la parte oriental de la Precordillera está sobreyacida por la Formación Huaylas (Mioceno Superior) correspondiente a una sucesión sedimentaria y volcánica continental.

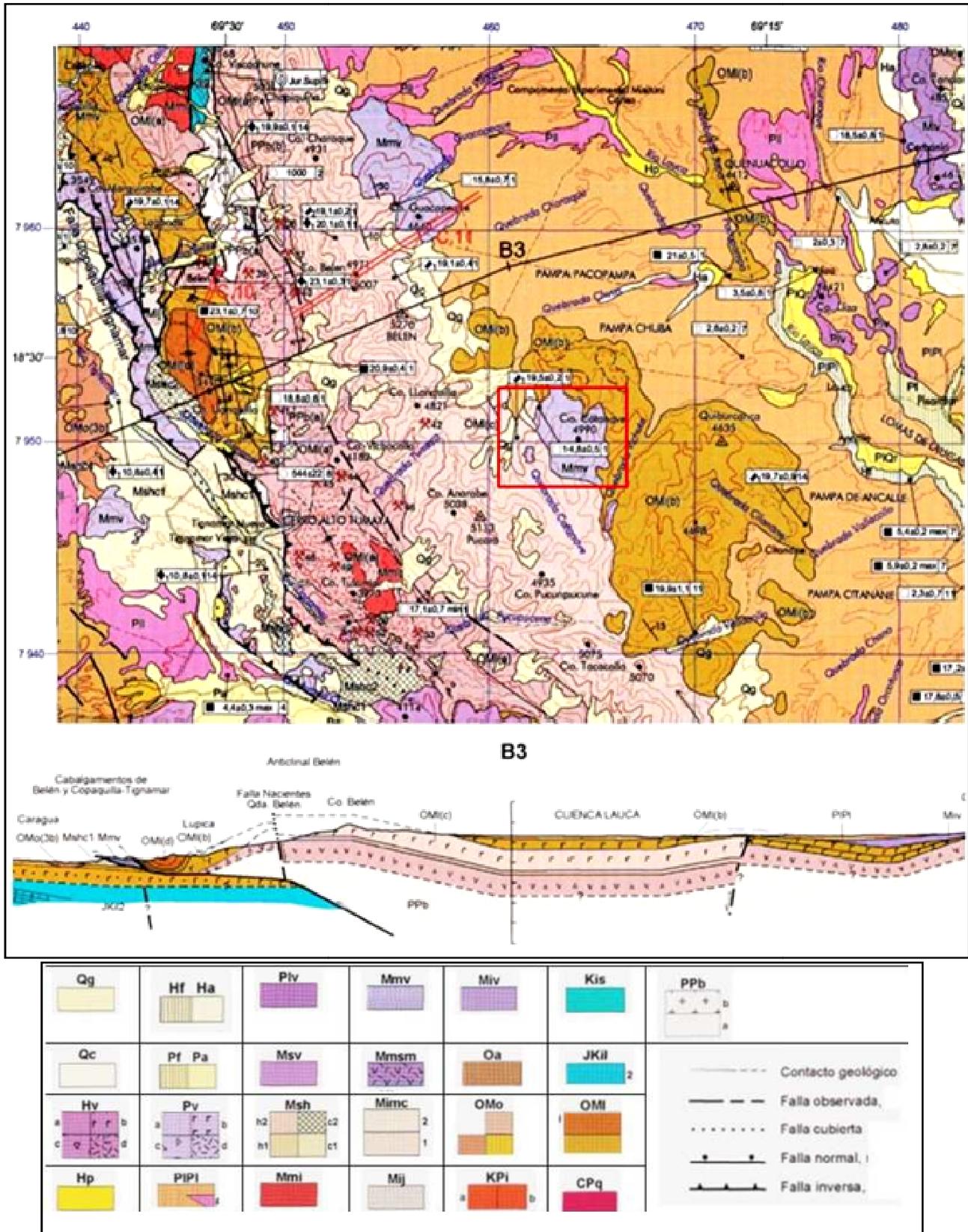


Figura 5.2.3-2: Mapa Geológico Regional (Carta Geológica N°84 del SERNAGEOMIN)

En la Alta Cordillera, la cobertura oligocena-holocena sobreyace al basamento metamórfico proterozoico-paleozoico y es predominantemente volcánica. Está constituida ampliamente por la Formación Lupica, la cual está cubierta por abundantes rocas y depósitos volcánicos, andesíticos y dacíticos, del Mioceno-Holoceno y sucesiones sedimentarias aluviales y lacustres, intravolcánicas, del Mioceno al Pleistoceno (formaciones Joracane, Chucal, Macusa, Huayla y Lauca). La Formación Lupica está intruida por dioritas a monzonitas, subvolcánicas, del Mioceno Medio.

Importantes depósitos de remoción en masa, del Mioceno Superior al Cuaternario, afloran en los bordes de relieves abruptos y quebradas fuertemente disecadas.

Estructuras:

Las estructuras regionales que afectan a unidades del Mesozoico y Cenozoico, presentan una dirección principal norte-sur a noroeste-sureste. Algunas de estas estructuras limitan los rasgos fisiográficos mayores de la región (Alta Cordillera, Precordillera, Depresión Intermedia y Cordillera de la Costa) y controlan los cambios de pendiente. La actividad tectónica principal de cada periodo, desde el Jurásico hasta el Neógeno, ha migrado hacia el este, desde la Cordillera de la Costa hasta la Alta Cordillera. En el norte de Chile, las estructuras tectónicas mayores han sido relacionadas genéticamente con la implantación de arcos magmáticos sucesivos, migrantes hacia el este. Los datos geoquímicos disponibles para rocas ígneas que se han estudiado, indican que la corteza continental ha sufrido un engrosamiento volumétrico progresivo. Este proceso estaría ligado a un régimen tectónico predominantemente contraccional en Los Andes y a la convergencia entre las placas Sudamericana y de Nazca desde, al menos, el Cretácico Medio.

5.2.3.3.3 Geología y Geomorfología Local

El área del proyecto Catanave se encuentra enmarcada en la provincia geomorfológica de la Alta Cordillera, específicamente en el sector occidental de ésta e inmediatamente al este del cordón montañoso de Belén, cuyos cerros presentan alturas de hasta 5.270 m.s.n.m. (Figura 5.2.3-3).



Figura 5.2.3-3: Mapas Geomorfológico y Físico de la Región de Arica y Parinacota

Distritalmente el proyecto está inserto en la denominada Formación Lupica (OMI), de edad oligocena superior - miocena inferior. Corresponde a una sucesión de hasta 2.500 m de rocas volcánicas y sedimentarias continental de amplia distribución en la Alta Cordillera. En su parte occidental (Cordón de Belén), la formación aflora de manera continua, moderada a fuertemente plegada (anticlinal Belén) y fallada

(falla Nacientes Qda. Belén). Sobreyace en discordancia angular al Complejo Metamórfico de Belén (PPb, Proterozoico Superior – Paleozoico), y se encuentra cubierta, en discordancia angular y de erosión, por abundantes rocas y depósitos volcánicos andesíticos y dacíticos del Mioceno-Holoceno (Fm. Lauca, Ignimbrita Lauca, Volcanes y Remanentes de Volcanes del Mioceno). Hacia al noreste y este del área del proyecto, algunos depósitos de remoción en masa se disponen en la quebrada del río Lauca, que afectan a la Ignimbrita Lauca (PII) y a rocas sedimentarias de la Formación Lauca (PIPI).

Depósitos glaciales se exponen principalmente en los flancos del Cordón de Belén y de los edificios volcánicos del Mioceno al Holoceno, así como rellenando parcialmente la cuenca del río Lauca. Los depósitos aluviales y fluviales se presentan como mantos en laderas de volcanes o en depresiones o a lo largo de los cauces activos de quebradas anchas, como la quebrada Lauca. Incluyen depósitos fluviales proximales, depósitos coluviales distales, así como también algunos depósitos piroclásticos de caída y depósitos laháricos. Los depósitos palustres corresponden a limos y turbas, no consolidados a semiconsolidados se distribuyen predominantemente en quebradas y depresiones de la Alta Cordillera. Tienen contenidos variables de material orgánico y están cubiertos por vegetación de vegas, pantanos y/o bofedales. En la quebrada Catanave, que limita en parte por el sur y oeste al área de estudio, se localiza un bofedal con escurrimiento de agua. La quebrada del río Lauca y otras quebradas menores, también presentan localmente desarrollo de bofedales.

Geología Prospecto Catanave

El prospecto Catanave se localiza primordialmente en la ladera occidental del Cerro Catanave. Está caracterizado por rocas de carácter volcánico, principalmente andesitas, dacitas y tobas riolíticas de edad Oligoceno-Mioceno, las cuales presentan una extensa zona de alteración hidrotermal de aproximadamente 1,5 km², que afecta mayormente a las tobas riolíticas (Figura 5.2.3-4). Estas rocas formarían el núcleo de una posible estructura volcánica, asignada al Mioceno Medio, y que constituiría principalmente la parte alta del cerro Catanave.

Las tobas del núcleo, en general, son homogéneas, de tipo cristalino, composición riolítica, en posición subhorizontal, con fuerte fracturamiento y dislocación, otorgando a los rumbos e inclinaciones actitudes variables. Los buzamientos no sobrepasan los 20°. Ocasionalmente, por efecto del fracturamiento, existe brechización.

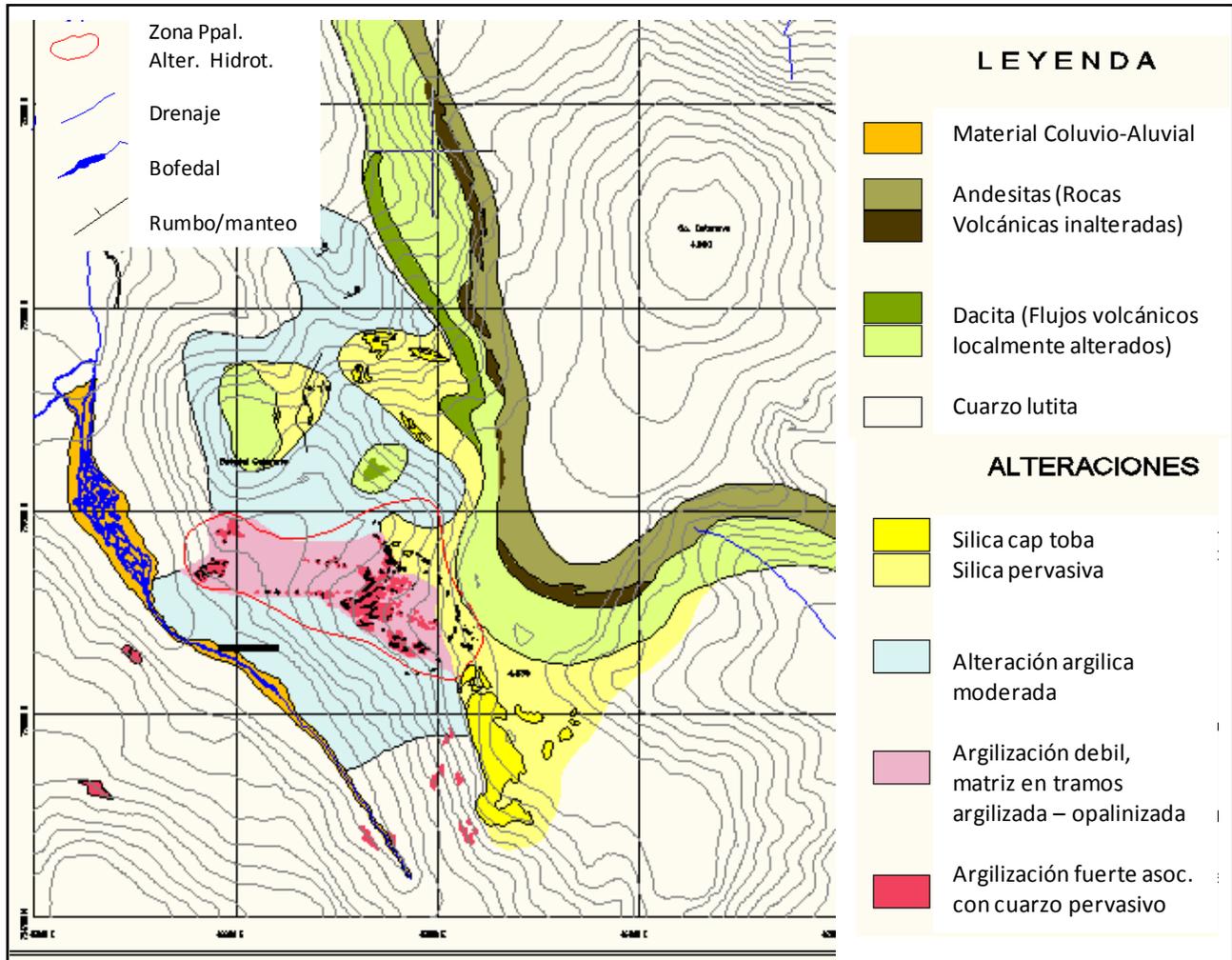
Las rocas que forman la estructura volcánica, de color pardo oscuro, corresponden a rocas de composición andesítica a dacítica. Mayormente estas rocas se presentan frescas y no tienen dislocaciones ni sectores brechizados. Localmente dentro del área del núcleo y/o zona alterada, se encuentran andesitas frescas en forma de stocks, apófisis y/o diques, los cuales están cortando la zona de alteración.

En general, se asume que las dislocaciones, fracturas y la generación de brechas en las tobas del núcleo, son originadas por efectos de colapso, y que los apófisis andesíticos, post alteración, son los últimos eventos de la actividad volcánica dentro de la estructura volcánica.

Alteración Hidrotermal y Mineralización Prospecto Catanave

El área del proyecto Catanave presenta características de alteración-mineralización típica de depósitos epitermales de Au-Ag, de alta sulfuración. La alteración hidrotermal puede ser considerada del tipo zonedado, expuesta por la diferencia erosional y magnificada por la alteración supérgena.

En el sector más erosionado la alteración es de tipo jarosítico, apareciendo inmediatamente por encima una silicificación pervasiva, constituida por sílice masiva y con oquedades. La roca tiene aspecto masivo con local desarrollo de “buggy silica”. Luego ocurre una zona de argilización avanzada y finalmente, en los afloramientos de las partes altas, en la zona menos erosionada, se presenta opalinización en las rocas volcánicas.



Fuente. Southern Copper, 2009

Figura 5.2.3-4: Mapa Geológico del Proyecto Catanave

5.2.3.3.4 Riesgos Geológicos

Los eventos o procesos geológicos pueden generar riesgos (si existen elementos expuestos) y su peligrosidad hace referencia a la probabilidad de ocurrencia del proceso, de una cierta extensión, intensidad y duración, en un lugar específico.

Los movimientos de terreno en laderas corresponden a uno de los fenómenos geológicos más reconocidos y de mayor probabilidad de ocurrencia relativa que pudiera afectar a un proyecto y/o al camino de acceso asociado.

La acción de la gravedad, el debilitamiento progresivo de los materiales debido principalmente a la meteorización, y la actuación de otros fenómenos naturales y ambientales, hacen que los movimientos del terreno sean habituales en el medio geológico.

En el área del proyecto no se reconocen riesgos naturales significativos que implique la toma de medidas de resguardo especial. Las posibles zonas de riesgos, desde el punto de vista físico natural, estarían relacionadas con:

Depósitos de remoción en masa

Corresponden a depósitos de deslizamientos y desprendimientos gravitacionales, de variadas dimensiones, expuestos, principalmente, en bordes de laderas y escarpes abruptos y en quebradas profundas. En la Ata Cordillera, hacia el sureste de Putre y este del área del proyecto, en la quebrada Lauca se disponen remociones en masa que afectan a la Ignimbrita Lauca y a rocas sedimentarias de la Formación Lauca.

En el área del proyecto no se reconoció este tipo de riesgo. Sin embargo, en la ladera suroriental del Cerro Catanave, se observa un posible depósito de material volcánico oscuro, con forma de cerrillos o lomas relativamente suaves que se han desprendido hacia la quebrada Vichuta.

Depósitos Aluviales

Los flujos de barro o detritos son movimientos de masas de materiales, gatillados frecuentemente por precipitaciones torrenciales. Debido a las precipitaciones estivales (fenómeno climático “invierno boliviano”) los materiales sueltos que se encuentran en las laderas se deslizan o se desprenden, especialmente donde no existe cobertura vegetal.

En el área del proyecto, en las laderas surponiente del cerro Catanave, se reconocen locales depósitos aluviales como flujos principalmente de materiales finos (ver Fotografía en Figura 5.2.3-5).

Este riesgo se define como esporádico y con probabilidad de ocurrencia débil a moderada y débil importancia en cuanto a graduación de riesgo.



Figura 5.2.3-5: Vista SE. Quebrada Drena hacia Quebrada Catanave

Riesgo Sísmico

El proyecto se inserta en una región caracterizada como una de las regiones más activas de Chile con una sismicidad que se extiende de manera continua desde la fosa y a todo lo largo de la zona de Benioff. Entre los 15° a 27° S la placa de Nazca desciende bajo el continente sudamericano con un ángulo “normal” de unos 25° a 30°. Este ángulo de contacto entre las dos placas se manifiesta de manera perfectamente clara en la topografía y la geología, presentando la zona norte grandes volcanes activos, una cordillera de la costa y una meseta intermedia.

La Figura 5.2.3-6 presenta un catálogo de eventos sísmicos entre 1964 y 1995 (Engdahl, E.R et al, BSSA, 1998), tomado del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile (julio-2009).

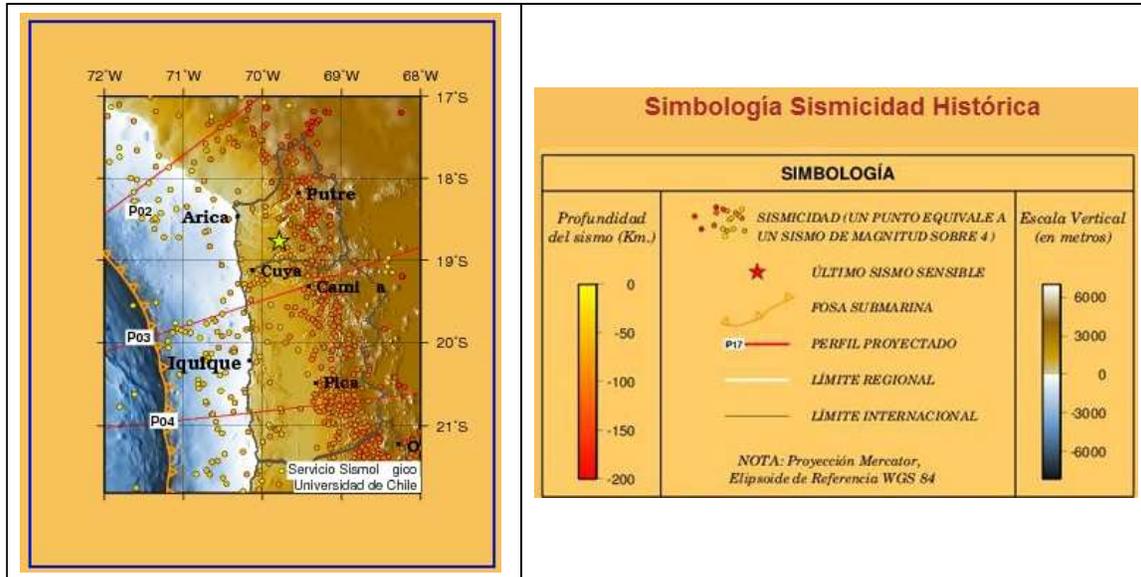
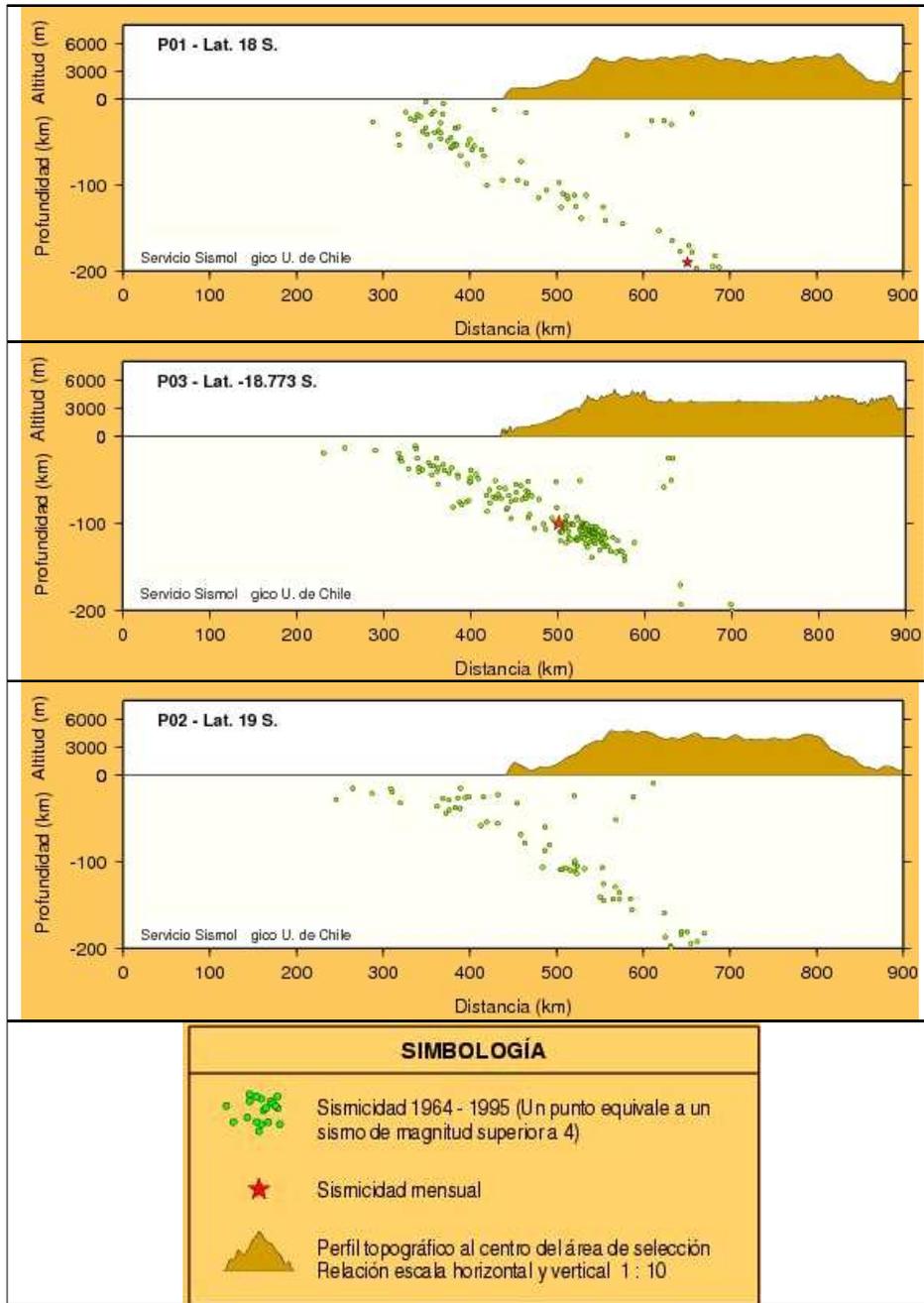


Figura 5.2.3-6: Sismicidad Histórica Región de Tarapacá, Arica y Parinacota

La sismicidad de la región se representa en los perfiles de la Figura 5.2.3-7, donde se observa la ubicación de los sismos, su profundidad y la fosa submarina, graficado según secciones norte-sur. Se ve claramente que la sismicidad define una zona de Benioff casi perfectamente recta a partir de unos 50 km de profundidad y hasta cerca de 300 km directamente bajo los Andes. Después la sismicidad cesa completamente y reaparece entre 500 y 600 km de profundidad bajo la Argentina. La sismicidad de la zona se caracteriza por que todos los sismos son de origen subductivo.

La zona Norte de Chile y del Sur del Perú fue el escenario de dos de los más fuertes terremotos conocidos en Chile: el de 1868 en el sur del Perú y que afectó a la ciudad de Arica, y el de 1877, cuya zona de ruptura se extendió prácticamente 500 km (abarca desde unos 50 km al sur de Arica hasta 50 km al norte de la ciudad de Antofagasta), con una magnitud estimada de 8.0 a 8.5. Con la tasa actual de convergencia entre la placa de Nazca y de Sudamérica de 10 cm/año se llega a la conclusión que desde 1877 hay del orden de 13 m acumulados que deben desplazarse durante el próximo “gran terremoto”. Este es justamente el deslizamiento que se espera de un terremoto de magnitud 9 en una zona de subducción como la chilena. Aún cuando no se tiene ninguna estimación aproximada de la tasa de recurrencia de grandes terremotos para la región, la comunidad sismológica reconoce esta zona como una brecha sísmica que se encuentra próxima a la ruptura.



Fuente: Servicio Sismológico de Chile

Figura 5.2.3-7: Perfiles Sismos Región Arica y Parinacota. Latitudes de 18°, 18°77' y 19° S

Volcanes Activos en la Región de Arica y Parinacota.

Tres centros volcánicos han tenido actividad eruptiva holocena (en los últimos 2.000 años) son:

- Parinacota (junto con el volcán Pomerape conforman los Nevados de Pachayata), Guallatire, y el
- Centro Volcánico Tarapaca.

De estos centros eruptivos, el volcán Guallatire presenta actividad fumarólica permanente en la parte alta de sus flancos oeste y sur, y tiene registros históricos de erupciones.

En caso de reactivación, el Centro Volcánico Taapaca es el más riesgoso. Los volcanes Taapaca y Ancoma forman este macizo cercano al pueblo de Putre, cuya altura asciende sobre los 5.500 m. s.n.m. Este complejo volcánico ha estado activo desde hace más de 1,5 millones de años, y sus últimas erupciones reconocidas fueron hace menos de 2.000 años. La actividad eruptiva recurrente de los últimos 25.000 años ha sido dirigida hacia el suroeste (hacia localidad de Putre).

Por su parte el volcán Parinacota es uno de los estratovolcanes más activos en los últimos 8.000 años en el norte de Chile, edificando en este periodo el actual cono (erupciones tranquilas y explosivas). Este volcán ha estado activo solamente desde hace unos 280.000 años, y sus últimas erupciones reconocidas fueron hace menos de 200 años.

En caso de una emergencia de tipo volcánica, la evacuación de las personas podría presentar problemas de acuerdo a la magnitud y orientación de la erupción, y de la época del año en que ocurra (precipitaciones estivales). Las actividades que se verían comprometidas en el caso de una erupción volcánica son la agricultura tradicional y la ganadería, debido principalmente a la contaminación de los acuíferos y la pérdida de suelo por la posible caída de ceniza volcánica. La evaluación, de acuerdo a la historia eruptiva de cada volcán, muestra la recurrencia de estos fenómenos: lavas, caída de piroclastos, lahares originados por los casquetes de hielo presentes.

5.2.3.4 Conclusiones

El área del proyecto Catanave se encuentra enmarcada en la provincia geomorfológica de la Alta Cordillera, específicamente en el sector occidental de ésta e inmediatamente al este del cordón montañoso de Belén, cuyos cerros presentan alturas de hasta 5.270 m. s.n.m.

Distritalmente el proyecto está inserto en la denominada Formación Lupica (OMI), de edad oligocena superior - miocena inferior. Corresponde a una sucesión de hasta 2.500 m de rocas volcánicas y sedimentarias continental de amplia distribución en la Alta Cordillera.

El prospecto Catanave se localiza primordialmente en la ladera occidental del Cerro Catanave. Está caracterizado por rocas de carácter volcánico, principalmente andesitas, dacitas y tobas riolíticas de edad Oligoceno-Mioceno, las cuales presentan una extensa zona de alteración hidrotermal de aproximadamente 1,5 km², que afecta mayormente a las tobas riolíticas

En el área del proyecto no se reconocen riesgos naturales significativos que implique la toma de medidas de resguardo especial. Las posibles zonas de riesgos, desde el punto de vista físico natural, estarían relacionadas principalmente con ocasionales flujos aluviales. En relación al riesgo sísmico, este es importante, pudiendo calificarse como una región de ruptura dilatada en el tiempo. Por su parte, el volcanismo en el norte de Chile ha sido muy intenso, presentando manifestación actual como fumarolas, geiser y vertientes termales.

5.2.4 Hidrología e Hidrogeología

5.2.4.1 Introducción

En el presente acápite se abordan los componentes de Hidrología e Hidrogeología de la Línea de Base en el área de influencia del Proyecto de Exploración Minera Catanave.

El área de estudio general corresponde a la cuenca del río Lauca y en particular la sub-cuenca de la Quebrada Catanave-Quebrada Chuba, según la división de cuencas que establece la Dirección General de Aguas.

El río Lauca es un río internacional de curso sucesivo, que nace en territorio chileno e ingresa a territorio boliviano por las proximidades del Hito N°20. Forma parte de la cuenca del salar de Coipasa en Bolivia, a la cual tributan también las hoyas chilenas de los ríos Isluga, Cariquima y Cancosa.

El río fue parcialmente desviado para uso en la central de Chapiquiña y para riego en Azapa, a través del canal Lauca que desvía las aguas del río en las cercanías de la Pampa Tejene.

La Figura 5.2.4-1 muestra los límites de la cuenca del río Lauca y sus principales cursos.

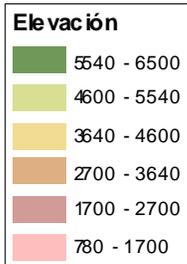
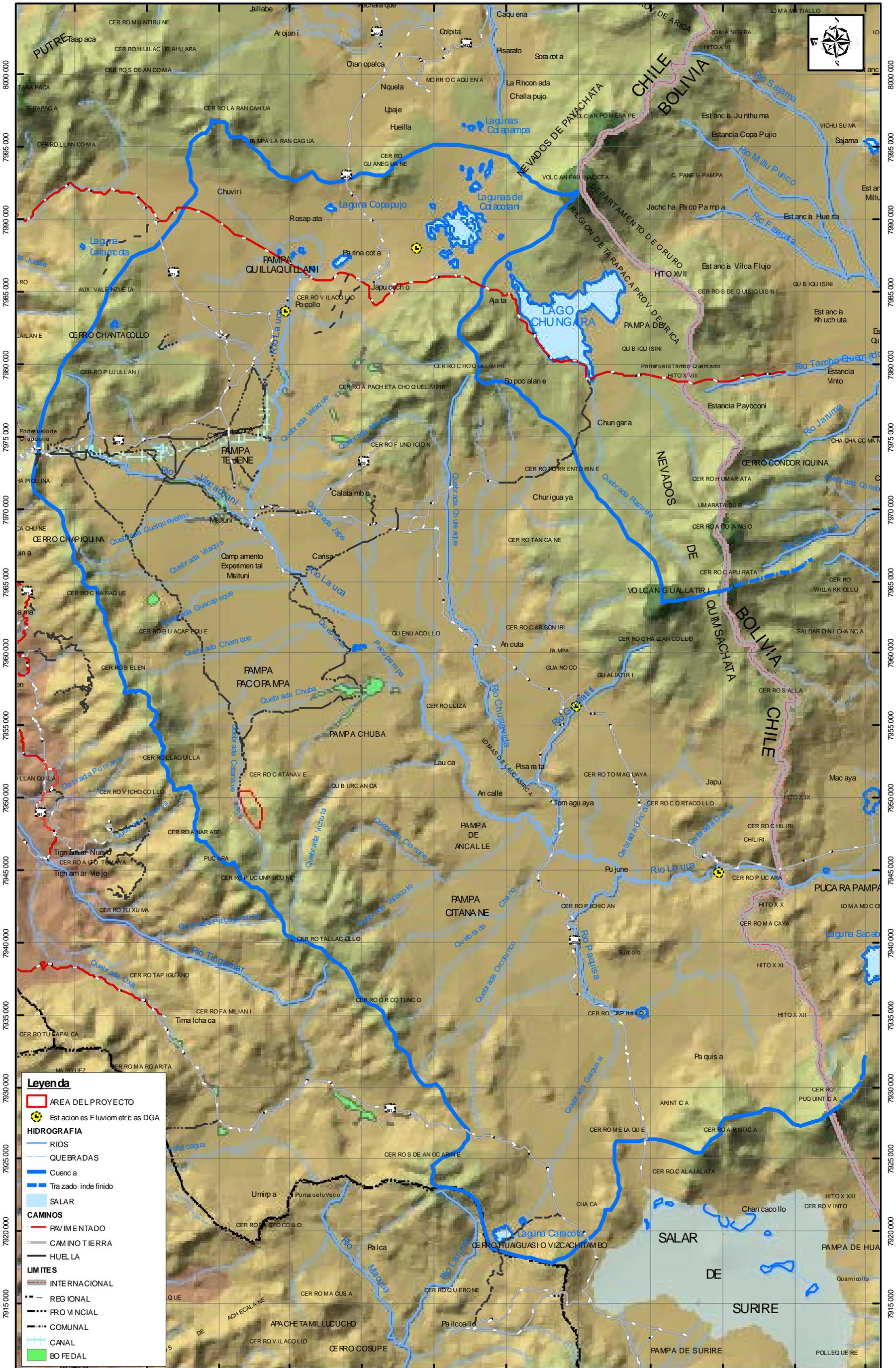
El objetivo de este capítulo es desarrollar la temática de los recursos hídricos, en cuanto a su origen, comportamiento y disponibilidad.

5.2.4.2 Metodología

La metodología usada corresponde a:

- Recopilación de información bibliográfica existente en fuentes oficiales, en las áreas de influencia del proyecto, regional y de detalle. Debido a la escasez de información, se incorporaron al registro los datos de áreas de características hidrológicas y/o hidrogeológicas similares.
- Recopilación de Estudios/Declaraciones de Impacto Ambiental realizados en la zona.
- Análisis de la información recopilada y aplicación a la zona del proyecto.
- Visita a terreno en el área definida para el proyecto y la Quebrada Catanave durante los días 9 y 10 de junio de 2009.

Los estudios más atinentes al objetivo de esta sección son los proporcionados en las referencias correspondientes.



| | | | |
|----------------|-------------|--------------------------------------------|----------------|
| Preparado Por: | | SRK Consulting Engineers and Scientists | |
| OBJETO | REVISION | FECHA | ESTADO |
| PROYECTO | ISANTIBANIZ | OCTUBRE 2005 | ING. PROYECTO |
| ING. PROYECTO | ISANTIBANIZ | OCTUBRE 2005 | JONE DESOBLUNA |
| JONE DESOBLUNA | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | JONE PROYECTO |
| JONE PROYECTO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| SRK | INGENIERO | INGENIERO | INGENIERO |

| | |
|-------------|-------------|
| | |
| CLIENTE | INGENIERO |
| PROYECTO | ISANTIBANIZ |
| INGENIERO | IVINDIL |
| CONTRATO IN | IVINDIL |

| | | | |
|-----------------------------------------|----------|--------------|-------------|
| PROYECTO DE EXPLORACION MINERA CATANAVE | | | |
| CUENCA HIDROGRAFICA RIO LAUCA | | | |
| TITULO | PROYECTO | FECHA | ESTADO |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |
| INGENIERO | IVINDIL | OCTUBRE 2005 | CONTRATO IN |

5.2.4.3 Resultados

5.2.4.3.1 Hidrología

A. Antecedentes

El proyecto se ubica en la cuenca del río Lauca, en el área de cuencas altiplánicas (DGA, 2004). El río Lauca y sus afluentes pertenecen al sistema de drenaje oriental endorreico intra-cordillerano existente en el norte de Chile, el que se separa del sistema occidental por las cimas que marcan el límite entre Pre-Cordillera y Alta Cordillera (García *et al.*, 2004).

La hoya del Lauca ocupa la Alta Cordillera chilena y sus cursos medio e inferior pertenecen al altiplano boliviano, ya que es tributaria de la hoya del salar de Coipasa, cuya mayor extensión se desarrolla en el altiplano boliviano en forma de una gran cuenca cerrada. La superficie de la hoya del Lauca, en territorio chileno, alcanza a 2.356,1 km² (DGA, 2004). El área del río Lauca antes del Guallatire es de 1.261,95 km², y entre el Guallatire y la frontera de 1.094,15 km². Escurre a lo largo de 60km por el territorio chileno y 151 km por territorio boliviano. En Chile, la altura del terreno de la cuenca varía entre 3.900 y 4.500 m.s.n.m.

El origen del Lauca, según consigna la literatura (DGA, 2004), es el río Desaguadero, que sin embargo no aparece delimitado en la cartografía IGM, existe como estación fluviométrica de la DGA. El río Desaguadero corresponde al emisario de las lagunas Cotacotani y se desarrolla al nororiente del lago Chungará. Ver Figura 5.2.4-1

Las Lagunas Cotacotani tiene una superficie aproximada de 6 km² y la profundidad media asciende a unos 10m. La cota de su espejo de agua es alrededor de 18 m más baja que la del lago Chungará, lo que explica en parte su existencia, puesto que se establece a expensas de dicho desnivel una comunicación subterránea desde aquella. La característica fundamental de la laguna Cotacotani, que la distingue de cualquier otro lago chileno, es el elevado número de islas e islotes que interrumpen la continuidad de su espejo de agua. Esta morfología es debida a que ocupa un inmenso depósito de avalancha volcánica reciente (Holoceno), proveniente del Volcán Parinacota, que represó el Lago Chungará y formó una serie de estructuras de 'kettle-hole' dejadas por el hielo involucrado en el colapso (García *et al.*, 2004). La capacidad útil de la laguna se ve muy disminuida por esta causa, alcanzando el volumen almacenado un promedio representativo de 30 a 40 millones de metros cúbicos.

El río Desaguadero, después de un cauce de mucha pendiente, cae a la depresión de la ciénaga de Parinacota, donde se le reúnen varias vertientes para constituir en definitiva el río Lauca propiamente tal.

La depresión de la ciénaga, de 28 km² de superficie, se extiende al poniente de la laguna Cotacotani a la altura media de 4.350 m s.n.m. y se encuentra cubierta en buena parte de bofedales. Por el norte y el oeste queda confinada por cordones volcánicos a través de los cuales el Lauca la desagua abriéndose camino en un verdadero cañón. Una nota característica en la ciénaga es la presencia de montículos de materiales volcánicos como bloques de andesita y basalto, y acumulaciones de cenizas y arenas.

Además del río Desaguadero o Lauca superior, alimentan a la ciénaga varias vertientes periféricas, entre las cuales, la principal es la de Ojos de Agua o Grande de Parinacota. Otras vertientes son las de Chacurpujo, Copapujo y Chubire.

El río Lauca, desde la salida de la ciénaga, se dirige al oeste, pero el encuentro de la cordillera de Chapiquiña le provoca un cambio de rumbo hacia el sur y luego vuelve a cambiar para ingresar a Bolivia en dirección Oeste-Este e ir a morir al salar de Coipasa.

En sus 60 km de recorrido por Chile recibe sus principales tributarios. Por su ribera derecha son los ríos Ancochalloanes, Vizcachani y Quiburcanca; por su lado oriente o izquierdo, el Lauca recibe cursos más

importantes que gozan de alimentación desde cumbres englaciadas. Tales son los ríos Chusjavidá y Guallatire que desembocan juntos al Lauca.

En el primer tramo del río Lauca no se identifican escurrimientos superficiales, pero el río va recobrando caudal mediante afloramientos subterráneos. Así, se han medido caudales en río Lauca frente a Chucullo (km 2) de 10 a 70 l/s para posteriormente ir en aumento aguas abajo. Por ejemplo, río Lauca en Misitune (km 17) presenta caudales entre 270 a 370 l/s. (Gold Fields Chile Ltda., 2005).

En el km 47 aproximadamente, aparecen dos de los más importantes aportes superficiales del río Lauca, el río Chusavida y el río Guallatire, los cuales aportan caudales entre 200 l/s y 300 l/s cada uno respectivamente, por lo que el río Lauca en dicho sector presenta caudales entre 500 y 900 l/s (Gold Fields Chile Ltda., 2005). Al llegar a la frontera, el río Lauca alcanza un caudal medio de 1.000 l/s en condiciones normales, mientras que durante las crecidas (invierno altiplánico) puede presentar máximos de alrededor de 3.000 l/s, con un caudal medio anual de 2.460 l/s (DGA, 1987).

La DGA realiza mediciones de caudales superficiales en 4 estaciones ubicadas en las nacientes del Lauca, en el Guallatiri antes de llegar al Lauca y en el Lauca en Japu, antes de cruzar a Bolivia. La ubicación y características de estas estaciones se presentan en la Tabla 5.2.4-1. Cabe destacar que los registros de las estaciones fluviométricas ubicadas en el río Lauca se ven alteradas debido a la existencia del canal Lauca, pero como éste cuenta con una estación que registra las extracciones, se pueden obtener, de manera simple, los caudales naturales de ambas estaciones.

Tabla 5.2.4-1 Estaciones Fluviométricas en Cuenca Río Lauca

| Nombre | Río Desaguadero Cotacotani | Río Lauca en Estancia El Lago | Río Lauca en Japu | Río Guallatire en Guallatire |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ROL | 010-20-002 | 010-20-003 | 010-21-001 | 010-21-002 |
| Lat. | 18°11' | 18°13' | 18°36' | 18°29' |
| Long. | 69°15' | 69°18' | 69°01' | 69°09' |
| Cota (msnm) | 4.500 | 4.370 | 3.907 | 4.280 |
| Sup. (km ²) | 92 | 339 | 2406 | 150 |
| Q (m ³ /s) | 0.44 | 0.14 | 2.46 | 0.39 |
| R (l/s/km ²) | 4.78 | 0.41 | 1.02 | 2.60 |
| Ubicación | En el origen del río Desaguadero, en el lugar donde la laguna Cotacotani desagua sus aguas en este río. | Parte alta del río Lauca, aguas abajo de la bocatoma del canal Lauca. | Zona baja de la parte chilena del río Lauca, cerca del límite con Bolivia. | En el río del mismo nombre, en una zona de bofedales. |

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2004

El estudio de la DGA de 2004, con los datos disponibles para cada estación, realizó un análisis de los caudales usando curvas de variación estacional con distintas probabilidades de excedencia. La Figura 5.2.4-2 muestra la variación estacional de caudales calculados con una probabilidad de excedencia de 50%. El Apéndice 4 muestra los datos con otras probabilidades de excedencia.

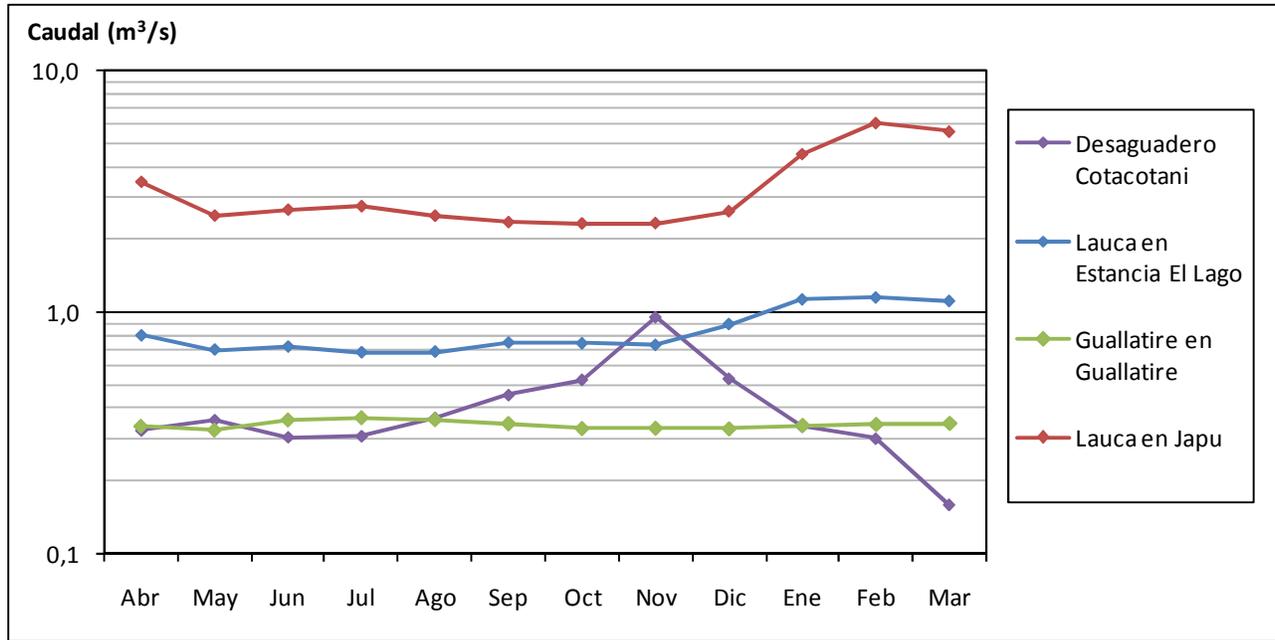


Figura 5.2.4-2. Caudales Medios Mensuales con Probabilidad de Excedencia 50%.

La caracterización hidrológica obtenida se resume a continuación:

a. Subcuenca del Desaguadero

Corresponde a la hoya hidrográfica del río Desaguadero, desde su nacimiento en la laguna Cotacotani, hasta su paso por la ciénaga de Parinacota, donde al reunirse muchas vertientes pasan a formar el río Lauca. Muestra un régimen nival, con los mayores caudales entre octubre y diciembre, producto de los deshielos. El período de estiaje ocurre en el trimestre dado por los meses de junio, julio y agosto.

b. Subcuenca del Lauca

Es el área drenada por el río Lauca, desde sus inicios en la ciénaga de Parinacota hasta su paso por el límite fronterizo entre Chile y Bolivia, incluyendo la hoya del río Guallatire. A lo largo de todo el curso del río Lauca se observa un claro régimen pluvial, producto de intensas lluvias altiplánicas de verano. En el caso del río Guallatire, producto de la regulación natural que sufre por ser una zona de bofedales y el desagüe de la laguna Guallatire, presenta caudales muy uniformes a lo largo del año, mostrando pequeñas variaciones en sus caudales.

En toda esta subcuenca, tanto en la hoya del Lauca y del Guallatire, el período de menores caudales se extiende desde junio a diciembre, ya que éstos permanecen prácticamente constantes durante ese período.

La Tabla 5.2.4-2, muestra un resumen con los períodos de estiaje para las distintas subcuencas de la cuenca del río Lauca.

Tabla 5.2.4-2 Características Hidrológicas Estaciones Fluviométricas

| Nombre Estación | Sub-cuenca | Período de Registro | Régimen | Períodos de Estiaje |
|-------------------------------|-------------|---------------------|---------|------------------------|
| Río Lauca en Estancia El Lago | Lauca | 1971 - 2001 | Pluvial | Junio a Diciembre |
| Río Lauca en Japu | | 1963 - 2001 | | |
| Río Guallatire en Guallatire | | 1971 - 2001 | | |
| Río Desaguadero Cotacotani | Desaguadero | 1964 - 2001 | Nival | Junio – Julio – Agosto |

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2004

Los datos recopilados y procesados por la DGA para el Balance Hídrico (1987) muestran que una alta proporción de la precipitación media que ingresa a las cuencas altiplánicas es consumida a través del proceso de evapotranspiración natural, tal como muestra la Tabla 5.2.4-3. Dicha proporción oscila entre un 75% y 90%, implicando que la escorrentía total dispone de una fracción significativamente menor, que varía entre el 10 y 25% de la precipitación. Además, no da cabida en este balance a la infiltración a aguas subterráneas.

Tabla 5.2.4-3: Componentes Balance Hídrico para Cuencas de la Zona, Período 1961-1981

| CUENCA | SUP | PP | ESC | EVPT | EVP |
|-------------------|-----------------|--------|-----|------|-----|
| | km ² | mm/año | | | |
| Caquena y Otras | 1268 | 336 | 91 | 245 | - |
| Lago Chungara | 257 | 341 | 0 | 215 | 86 |
| Rio Lauca | 2.406 | 249 | 32 | 201 | 6 |
| Salar Surire | 537 | 251 | 0 | 143 | 108 |
| Isluga Cariquima | 2.171 | 236 | 31 | 205 | - |
| Rio Cancosa | 502 | 190 | 19 | 171 | - |
| Salar Huasco | 1.374 | 175 | 0 | 160 | 15 |
| Salar Coposa | 1.088 | 169 | 0 | 151 | 18 |
| Salar Michincha | 298 | 195 | 0 | 176 | 19 |
| Salar Ollagüe | 320 | 184 | 30 | 154 | - |
| Carcote y Ascotan | 2.019 | 162 | 0 | 124 | 30 |

Nota: SUP: superficie, PP: precipitación, ESC: escorrentía, EVPT: evapotranspiración, EVP: evaporación

Fuente: DGA, 1987

B. Hidrología Quebrada Catanave

La Quebrada Catanave, que se transforma en Quebrada Chuba, corresponde a un afluente del río Lauca en su tramo medio, antes de la confluencia con el río Guallatire. Corresponde a un cauce permanente, probablemente alimentado por infiltración de aguas lluvia.

En la Figura 5.2.4-3 se encuentra delimitada la sub-cuenca de la Quebrada Catanave-Quebrada Chuba, la que posee un área de 66,3 km². Los principales afluentes de la Qda. Catanave provienen del oeste, desde el cordón montañoso de Belén.

En su parte inicial fluye de sur a norte, entre el cordón de cerros de Belén, con alturas de más de 5.000 m.s.n.m. y un cordón montañoso entre el que se destaca el cerro Catanave (4.990 m.s.n.m.). El cordón del oeste corresponde al cierre occidental de la cuenca del Lauca, encontrándose al otro lado el río Tignamar. La base de la quebrada alcanza entre 4.600 y 4.350 m.s.n.m., con una pendiente media entre 4 y 3%.

En la parte media de la Quebrada Catanave se ubica el pequeño Bofedal de Catanave, extendiéndose por 1 km aproximadamente. Este bofedal no queda delimitado dentro de la definición de vegas y bofedales y áreas de acuífero protegido de las Resoluciones Ministeriales N°2180 y N°909 de la DGA (1996a y b) que protege los acuíferos alimentadores de vegas y bofedales en las regiones de Tarapacá y de Antofagasta. Si se encuentran protegidos bajo esta categoría, los bofedales de las Lagunas Cotacotani, del Lauca y de Guallatiri. (Ver Figura 5.4.3-2 del Capítulo 5.4.6: Uso del Suelo).

Al encontrarse con la Quebrada Caravilque pasa a llamarse Quebrada Chuba y cambia su curso hacia el este para atravesar la Pampa Chuba en dirección al río Lauca. El sector de la Pampa Chuba es parte de una serie de planicies vecinas. Las Pampas Chuba, Vichuta y Pacopampa, por nombrar sólo las inmediatamente vecinas, se interdigitan haciendo casi imperceptible la diferenciación entre estas pequeñas subcuencas. El relleno de la pampa y la morfología plana hace que los cursos de agua sean irregulares, más aun dada su naturaleza esporádica.

455000

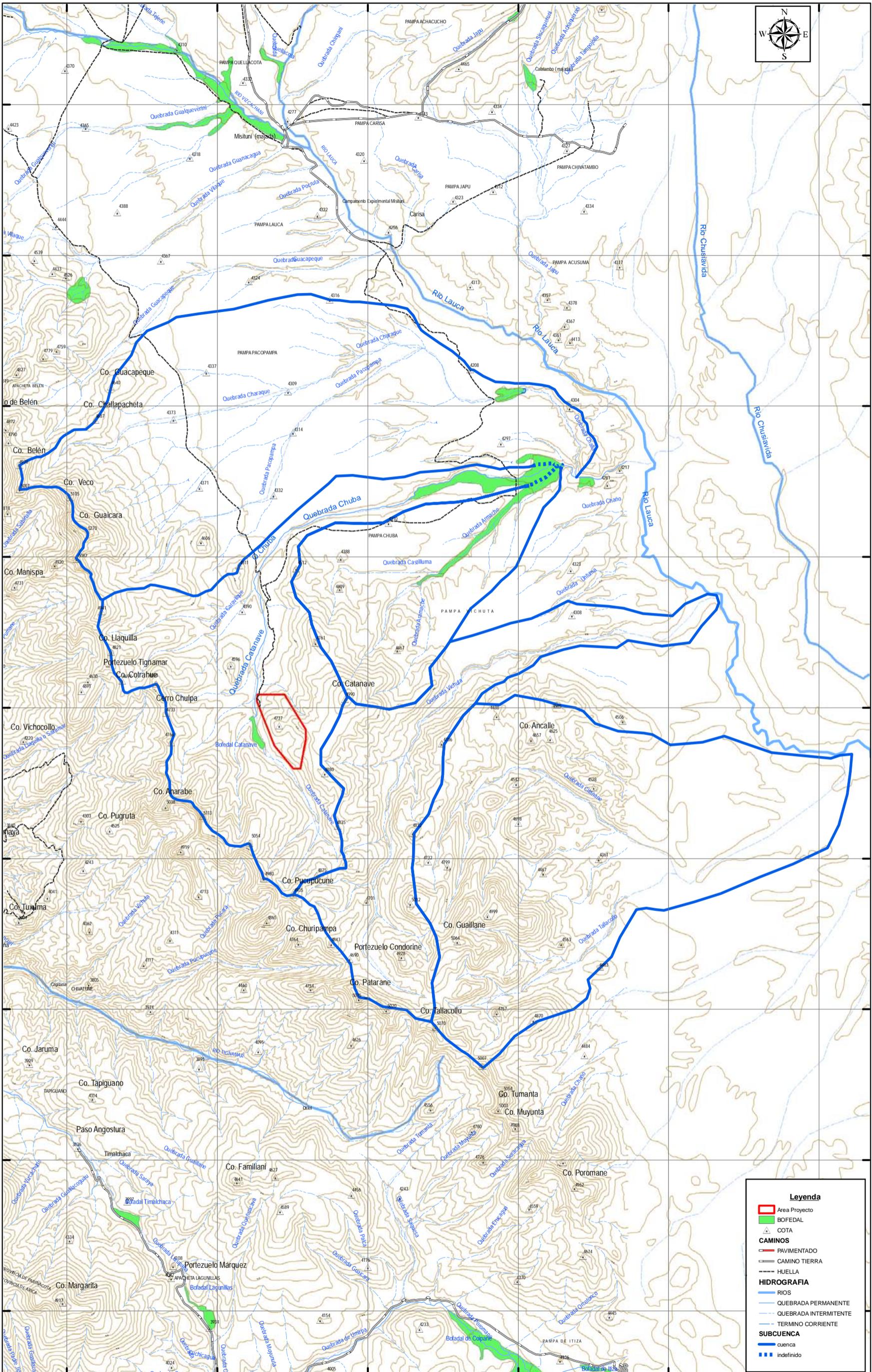
460000

465000

470000

475000

480000



Legenda

- Area Proyecto
- BOFEDAL
- COTA

CAMINOS

- PAVIMENTADO
- CAMINO TIERRA
- HUELLA

HIDROGRAFIA

- RIOS
- QUEBRADA PERMANENTE
- QUEBRADA INTERMITENTE
- TERMINO CORRIENTE

SUBCUENCA

- cuenca
- indefinido

Preparado Por: **SRK Consulting**
Engineers and Scientists

Cliente: **SOUTHERN COPPER**

PROYECTO: **PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA CATANAQUE**

| | | | |
|-----------------|-------------|-------|--------------|
| DIBUJO | R.BRUNA | | OCTUBRE 2009 |
| PROYECTO | I.SANTIBÁEZ | | OCTUBRE 2009 |
| ING. PROYECTO | I.SANTIBÁEZ | | OCTUBRE 2009 |
| JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | | OCTUBRE 2009 |
| JEFE PROYECTO | M.VIDAL | | OCTUBRE 2009 |
| SRK | NOMBRE | FIRMA | FECHA |

| | | | |
|-----------------|-------------|-------|-------|
| CLIENTE | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
| ING. PROYECTO | I.SANTIBÁEZ | | |
| JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | | |
| JEFE PROYECTO | M. VIDAL | | |
| CONTRATO N° | N° PLANO | | |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|
| TITULO: SUBCUENCA HIDROGRAFICA QDA. CATANAQUE Y VECINAS | | | |
| PROYECCION U.T.M. | DATUM PSAD 56 | HUSO 19 S | ELIPSOIDE INTERNACIONAL 1924 |
| N° PROYECTO: 04-2163-03 | ESCALA: 1:125000 | N° FIGURA: 5.2.4-3 | REV. A |

Mapa: 00-00-00-05.M90

Durante la campaña de terreno de Junio de 2009 realizada para este estudio, se registró escurrimiento superficial en la quebrada Catanave. Las laderas sur y surponiente de su cabecera se observaban de color verde claro, denotando la presencia de agua. Las laderas del área del proyecto y que drenan hacia la quebrada, son de carácter rocoso, sin suelo. No muestran signos de escurrimientos recientes.

Aproximadamente 1km aguas arriba del bofedal, aflora agua suficiente para formar un curso continuo, el que posteriormente dará paso al bofedal. En este se presentan zonas con canales de agua corriente de hasta 1m de profundidad, como otras con pozas donde el agua fluye más lentamente.

Saliendo del bofedal, el agua vuelve a canalizarse y fluir por un curso poco profundo, de lecho arenoso y riberas con vegetación menor y en parte pantanosa.

El estudio del medio acuático realizado en Diciembre de 2006 (Apéndice 4) detectó agua en las inmediaciones del bofedal, lo que indica el carácter permanente del curso, al registrarse escurrimiento en épocas distintas del año y correspondientes al periodo seco y de crecida. Aforos puntuales efectuado por SCC en la quebrada de Catanave aguas debajo de la zona del bofedal, han arrojado caudales medios del orden de los 51 l/s.

Con respecto al régimen de la cuenca, se puede asumir el mismo comportamiento que el río Lauca, dada la escasa presencia de precipitaciones sólidas en el área; pluvial, con crecidas por las lluvias del invierno boliviano en los meses de verano y estiaje entre junio a diciembre.

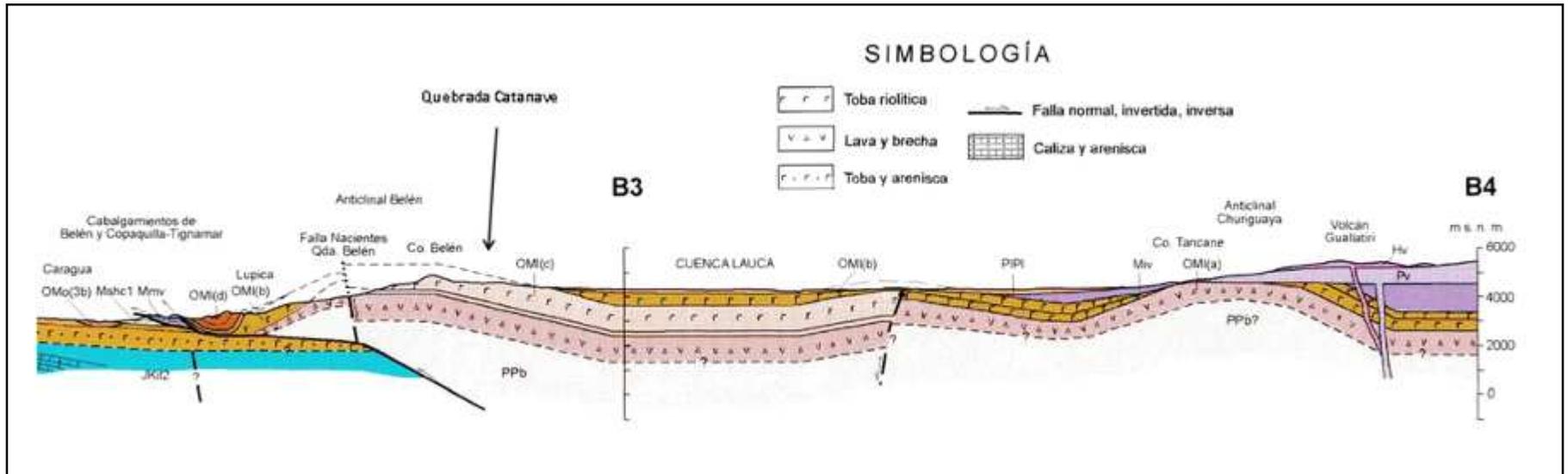
5.2.4.3.2 Hidrogeología

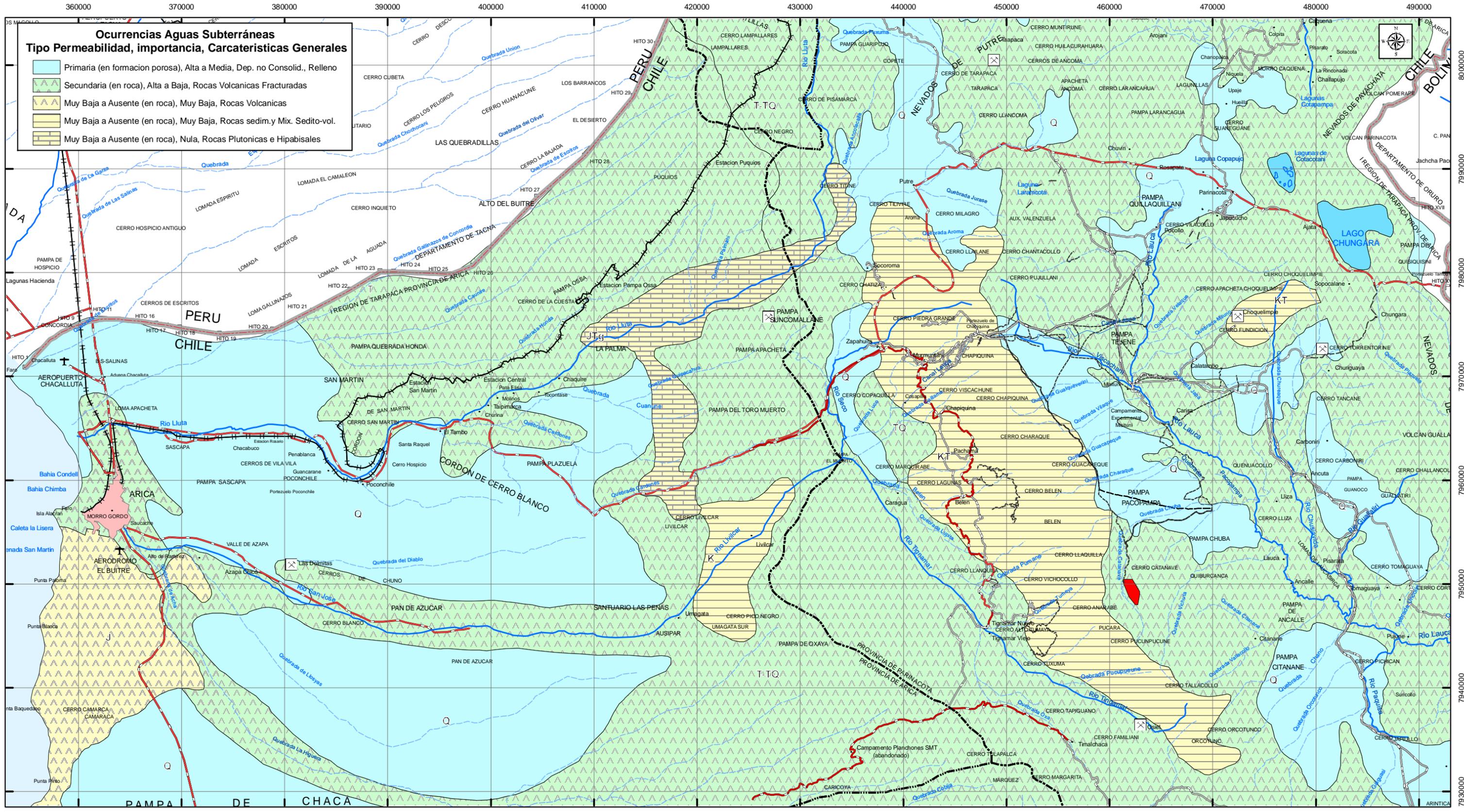
A. Antecedentes

Las investigaciones realizadas en esta zona son escasas y mayormente de carácter cualitativo, desarrolladas en base a levantamientos de superficie y comparación con litologías similares. A continuación se resume la información disponible.

En el área de estudio, la deformación más reciente está caracterizada por un pliegue mayor asimétrico, que da forma a la cuenca del río Lauca y el Anticlinal Belén (García et al., 2004). La Figura 5.2.4-4 muestra el basamento y el flanco occidental de la cuenca (cordón Belén) conformados por rocas paleozoicas, en parte, alzadas y falladas. El relleno de la cuenca corresponde a rocas volcano-sedimentarias de la Fm. Lupica, sobreyacidas por centros volcánicos y secuencias sedimentarias terciarias y edificios volcánicos cuaternarios. Existen limitadas evidencias de sedimentos fluviales, glaciales y otros, tanto por su poca ocurrencia como por la predominancia de rocas volcánicas, que han obliterado y moldeado fuertemente el paisaje del área. Esta cuenca, así conformada, corresponde a la cuenca hidrogeológica del río Lauca, y se extiende en forma coherente con la cuenca hidrográfica. (DGA. 2004).

El Mapa Hidrogeológico de Chile (DGA; 1986) caracteriza las litologías permeables presentes en la cuenca (en territorio nacional) en 2 tipos principales; rocas volcánicas fracturadas y sedimentos no consolidados. Se pueden observar ambas unidades en la Figura 5.2.4-5, destacándose los depósitos de relleno no-consolidados de alta importancia acuífera concomitantes, en parte, con el curso del río. Se observa también, la presencia de la barrera impermeable (cordón de Belén) delimitando la parte occidental de la cuenca.





Legenda

| | | |
|----------------|---------------|---------|
| AREA PROYECTO | HIDROGRAFIA | LIMITES |
| RIOS | INTERNACIONAL | |
| QUEBRADAS | REGIONAL | |
| Lagos, Lagunas | PROVINCIAL | |
| CAMINOS | COMUNAL | |
| PAVIMENTADO | | |
| CAMINO TIERRA | | |
| HUELLA | | |

Preparado Por:

SRK Consulting
Engineers and Scientists

| DIBUJO | R.GONZALEZ | OCTUBRE 2009 |
|-----------------|--------------|--------------|
| PROYECTO | I.SANTIBAÑEZ | OCTUBRE 2009 |
| ING. PROYECTO | I.SANTIBAÑEZ | OCTUBRE 2009 |
| JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | OCTUBRE 2009 |
| JEFE PROYECTO | M.VIDAL | OCTUBRE 2009 |
| SRK | NOMBRE | FIRMA |
| | | FECHA |

Ciente:

SOUTHERN COPPER

| CUENITE | NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|-----------------|--------------|-------|-------|
| ING. PROYECTO | I.SANTIBAÑEZ | | |
| JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | | |
| JEFE PROYECTO | M. VIDAL | | |
| CONTRATO N° | N° PLANO | | |

PROYECTO: **PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA CATANAVE**

TITULO: **MAPA HIDROGEOLOGICO REGIONAL**

| PROYECCION U.T.M. | DATUM PSAD 56 | HUSO 19 S | ELIPSOIDE INTERNACIONAL 1924 |
|-------------------|---------------|-----------|------------------------------|
| N° PROYECTO | ESCALA | N° FIGURA | REV. |
| 04-2163-03 | 1:350000 | 5.2.4-5 | A |

Mapa: 04-2163-03-05-0303

El estudio hidrogeológico más detallado de la cuenca del río Lauca es el realizado por Sánchez y Falcón (1974), en el que se buscaba principalmente determinar la posibilidad de existencia de aguas subterráneas en las cercanías del canal Lauca, cuya extracción permitiese incrementar el caudal de dicho canal. Sin embargo, se analizó toda la cuenca para lograr dicho objetivo. Las conclusiones más relevantes que se pueden extraer de este estudio, son las siguientes:

- La principal característica de la cuenca es que la red hidrográfica esta mayormente labrada en rocas impermeables, lo que impediría la infiltración de las aguas en cantidades significativas, hacia algún horizonte acuífero importante que pudiese existir a profundidad.
- La caracterización cualitativa de las unidades hidrogeológicas, un poco más detallada que la presentada en el Mapa Hidrogeológico de Chile, diferencia entre rocas impermeables, rocas volcánicas fracturadas, y depósitos sedimentarios no consolidados con distintos grados de importancia hidrogeológica.
- Los materiales no consolidados acumulados sobre las rocas impermeables, si bien presentan características apropiadas para almacenar agua, poseen poca extensión y espesor, lo que impide un almacenamiento de aguas subterráneas, susceptible de ser explotado económicamente.
- Las gravas, coluvios, fluviales y lacustres existentes en el curso inferior del río Lauca, sobrepuestos a las series de rocas impermeables, con granulometría capaz de contener agua, pero de poca extensión, espesor y escasa recarga, los hace inadecuados para almacenar agua subterránea.
- Los depósitos aluviales y lacustres del sector norte de la cuenca del Lauca, por su fuerte recarga y composición granulométrica, serían apropiados para la captación de agua subterránea. Sin embargo, los recursos superficiales presentes en dichos lugares son de tal magnitud que no se justifica en absoluto una captación de agua subterránea, sin antes definir el potencial hidrológico existente y su mejor aprovechamiento.
- El estudio geofísico efectuado en las proximidades del canal Lauca, entre los ríos Misitune y Lauca, detecto capas porosas con un contenido de humedad, a profundidades entre 50 y 80 metros. Dichas capas en ningún caso proporcionarían un rendimiento adecuado a pozos de captación, debido a su poco espesor y escasa recarga.

Otro estudio importante de mencionar es el informe del EIA del Proyecto Chantacollo (Gold Fields Chile, 2005), en el que, a pesar que se habla de un acuífero de menor tamaño, con una superficie aproximada de 480 km², las unidades acuíferas están conformadas por similares litologías. Información importante se entrega en cuanto a una potencia estimada del acuífero de 500 metros, de acuerdo con una campaña de sondajes eléctricos (geofísica) y ‘mecánicos’. No se entregan detalles de dichos sondajes.

B. Hidrogeología Regional

Con los antecedentes hidrogeológicos mencionados anteriormente y la información geológica actualizada se puede realizar una caracterización hidrogeológica regional, de carácter cualitativo.

Las Unidades Hidrogeológicas regionales quedan definidas como sigue (ver Figura 5.2.4-5):

a. Rocas y Sedimentos de Importancia Hidrogeológica Alta a Media:

Arenas, areniscas, gravas semiconsolidadas, de grano fino a grueso, brechas sedimentarias, limolitas y arcillolitas, con intercalaciones locales de depósitos evaporíticos, diatomitas, tobas ácidas y lavas dacíticas. Corresponden a la secuencia sedimentaria fluvial y lacustre, de hasta 150 m de espesor, de la Formación Lauca (PIPI). En la parte superior de la sucesión, se intercala la Ignimbrita Lauca (PII), un depósito de flujo piroclástico de gran extensión areal y con un espesor de hasta 40 m en la cuenca del Lauca.

Poseen permeabilidad alta a media y se ha detectado la ocurrencia de aguas subterráneas, aunque no en forma cuantitativa. Afloramientos de agua, representados en pozos artesianos y vegas, se ubican principalmente en las zonas de contacto de las rocas de la formación con la ignimbrita. Por su gran extensión en toda la cuenca, espesor, permeabilidad y ocurrencia de agua, se les asigna importancia alta a media.

b. Depósitos no Consolidados de Importancia Hidrogeológica Media:

Sedimentos fluviales, glaciales, aluviales y lacustres del periodo cuaternario, que poseen alta permeabilidad. Corresponden a las Unidades Geológicas de Depósitos glaciales (Qg); aluviales y fluviales (Ha, Hf, Pa, Pf, Plf); palustres (Hp); coluviales (Qc). Ocurrencia de Aguas subterráneas en porosidad primaria. Su importancia hidrogeológica se valora media a alta debido a la poca extensión de los sedimentos, restringidos al cauce del río Lauca y su lejanía a fuentes de recarga.

c. Rocas Volcánicas Fracturadas de Importancia Hidrogeológica Media a Baja.

Constituidas por coladas, tobas y brechas con intercambio de sedimentos clásticos continentales, de los periodos terciario y cuaternario. Se correlacionan con las Unidades Geológicas de volcanes, remanentes de volcanes y centros eruptivos menores (Plv, Pv, Hv, Miv, Mmv, Msv). La alta variabilidad litológica que abarcan estas rocas, dispone un amplio rango de permeabilidades, desde alto a muy bajo. Ocurrencia de aguas subterráneas principalmente en fracturas. Importancia Hidrogeológica Media a Baja.

d. Rocas de Importancia Hidrogeológica Baja a Nula

Rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias de la Formación Lupica (OMI) y cuerpos intrusivos (Mmi). La formación está constituida por lavas andesíticas y dacíticas, brechas y tobas ignimbríticas, dacíticas a riolíticas, con intercalaciones de rocas sedimentarias (brechas, areniscas, conglomerados, fangolitas y calizas). No se ha detectado la ocurrencia de aguas subterráneas, lo que sumado a la baja permeabilidad de las rocas, les confiere importancia baja a nula.

C. Dinámica de Flujo

Existe consenso en que el acuífero drena hacia la frontera con Bolivia, movilizándose hacia las depresiones altiplánicas, en concomitancia con el escurrimiento superficial del río Lauca hacia el sur. Este escurrimiento se produce por la capa acuífera principal que se encuentra bajo los 50 metros de profundidad, y se extiende más allá de los 150 metros, donde el acuífero se comporta en forma semiconfinada y va desde lugares de mayor presión a menor presión.

Se presenta también un flujo ascendente que puede llegar a ser surgente. Manifestación de ello es la presencia de pozos artesianos, los cuales durante su construcción fueron aumentando de nivel con el avance de la perforación (Gold Fields Chile Ltda., 2005). Uno de estos pozos, es el pozo surgente ubicado a 2km aproximadamente de la Bocatoma del Canal Lauca (coordenadas UTM 464168E, 7980123N. Estudio de Risacher *et al.*, 1999).

En el primer tramo del río Lauca se considera que los recursos subterráneos son importantes, ya que no se identifican escurrimientos superficiales. Los afloramientos subterráneos del acuífero han quedado de manifiesto mediante estos pozos surgentes y, además, por aforos diferenciales en el río en las inmediaciones del sector de los pozos ubicados entre 4 y 12 km de la Bocatoma del Canal Lauca, donde se han medido caudales en río Lauca frente a Chucullo (km 2) de 10 a 70 l/s para posteriormente ir en aumento aguas abajo. Por ejemplo, río Lauca en Misitune (km 17) presenta caudales entre 270 a 370 l/s. (Gold Fields Chile Ltda., 2005).

Un último indicio de surgencia subterránea corresponde a los bofedales. Investigaciones de los bofedales del norte de Chile, tal como los presentes en diversos puntos de la cuenca, destacan la extrema aridez en la que

se desarrollan y relacionan el agua fresca y medianamente salina de ellos con una proveniencia subterránea, asociada a riachuelos formados en glaciares, por derretimiento de nieve y lluvia (Squeo *et al.*, 2006).

D. Hidrogeología Local

La información geológica e hidrogeológica colectada hasta el momento permite definir las siguientes unidades hidrogeológicas presentes en la Qda. Catanave:

- Depósitos no consolidados de relleno del valle, de origen aluvial, glacial y coluvial. Poseen una importancia hidrogeológica media.
- Rocas volcano-sedimentarias de formación Lupica. Ignimbritas, areniscas y conglomerados en ladera oriental e Ignimbritas del cordón de Belén en laderas occidentales. Importancia hidrogeológica media a baja.
- Rocas volcánicas andesíticas y dacíticas y tobas riolíticas con una extensa zona de alteración hidrotermal. En parte se encuentran afectadas por fuerte fracturamiento, dislocación y brechización. Corresponden a la zona donde se desarrollará el proyecto. Importancia hidrogeológica baja.

Al abrirse a la Pampa Chuba, la litología cambia a una secuencia sedimentaria fluvial y lacustre de areniscas, gravas y limos (Formación Lauca).

La ocurrencia de aguas subterráneas en la Qda. Catanave está limitada por la escasa recarga que puede proporcionar su cuenca. Del agua lluvia caída, parte fluye directamente por la quebrada y parte de ella se infiltra en las laderas y el valle mismo, dependiendo de la intensidad de los eventos lluviosos.

La mayor área receptora y presencia de sedimentos no consolidados con mejor capacidad de retención de agua, hacen que la parte occidental de la cuenca proporcione los aportes más importantes. La presencia de vegetación incipiente en dichas laderas, en comparación con las laderas orientales, específicamente donde se ubica el proyecto, indica esta retención y aportes diferenciados de agua.

El cauce en la quebrada se forma aproximadamente 1 km antes del bofedal. Su escurrimiento se sustenta con las aguas lluvias y los escasos aportes subterráneos. El estrechamiento y curvatura del valle hacia el este, sumado al poco espesor de relleno, facilitan el afloramiento de agua en la zona del bofedal. En la zona del bofedal el cauce no es definido como anteriormente y el flujo de agua y formación de pozas es significativo, incluso en época no lluviosa.

Se observan puntualmente afloramientos de agua desde la base de los cerros hacia el bofedal, desde ambas laderas, aunque principalmente desde la parte oeste.

Posterior a la zona del bofedal, el escurrimiento vuelve a concentrarse en un cauce que paulatinamente va perdiendo flujo, hasta que al adentrarse a la Pampa Chuba, sin recibir más aportes y encontrándose en un medio más permeable, vuelve a un escurrimiento subterráneo.

5.2.4.4 Conclusiones

El proyecto se localiza en la Quebrada Catanave, parte de la cuenca del río Lauca, al cual llega a través de la Qda. Chuba, antes de la confluencia con el río Guallatire, conformando una subcuenca de 66,3 km² de área. El río Lauca pertenece al sistema de drenaje oriental endorreico intra-cordillerano existente en el norte de Chile y es tributario de la hoya del salar de Coipasa, cuya mayor extensión se desarrolla en el altiplano boliviano en forma de una gran cuenca cerrada.

El régimen hídrico de esta zona es pluvial, producto de intensas lluvias altiplánicas de verano y está afectado por la regulación natural que sufre por ser una zona de bofedales, mostrando pequeñas variaciones en sus caudales.

La cuenca hidrogeológica del río Lauca, coherente en forma con la cuenca hidrográfica, está delimitada por rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias y cuerpos intrusivos, de permeabilidades bajas. Además, la existencia del basamento paleozoico (cordón Belén), en parte alzado y fallado, de permeabilidad muy baja a nula, desconecta totalmente esta cuenca hacia el oeste. El relleno de la cuenca está conformado por rocas volcano-sedimentarias, centros y edificios volcánicos y secuencias sedimentarias, con permeabilidades muy variables, desde bajas a altas.

La caracterización hidrogeológica de la Qda. Catanave corresponde a una pequeña cuenca formada por rocas volcano-sedimentarias de permeabilidades media a baja y un relleno de poco espesor de depósitos no consolidados de origen aluvial, glacial y coluvial, de permeabilidad media. Puntualmente, en la zona del proyecto existen rocas volcánicas con alteración hidrotermal y en parte afectada por fuerte fracturamiento, dislocación y brechización.

La ocurrencia de aguas subterráneas en la Qda. Catanave está limitada por la escasa recarga que puede proporcionar su cuenca. Del agua lluvia caída, parte fluye directamente por la quebrada y parte de ella se infiltra en las laderas y el valle mismo, dependiendo de la intensidad de los eventos lluviosos, creando una fuerte relación entre aguas superficiales y subterráneas.

El pequeño cauce que se logra formar se transforma en un bofedal de aproximadamente 1 km de extensión, al estrecharse y curvarse el valle hacia el este facilitando el afloramiento de agua. Posteriormente, el escurrimiento vuelve a concentrarse en un cauce que paulatinamente va perdiendo flujo, hasta que al adentrarse a la Pampa Chuba, sin recibir más aportes y encontrándose en un medio más permeable, vuelve a un escurrimiento subterráneo.

5.2.5 Calidad del Agua

5.2.5.1 Introducción

El presente capítulo contiene el Estudio de Línea de Base de la componente Calidad de Agua en el área de influencia del Proyecto de Exploración Minera Catanave. El presente informe reporta los resultados obtenidos durante la campaña de terreno realizada en diciembre del año 2006 por la empresa Centro de Ecología Aplicada (CEA), cuyo informe completo es presentado en el Apéndice 5; y un monitoreo de parámetros in-situ realizado por SRK en junio del año 2009.

El objetivo del estudio, fue caracterizar la calidad de las aguas del área de influencia del proyecto, a través de parámetros in situ de importancia limnológica como temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, además de la concentración en el agua de algunos nutrientes, coliformes totales y fecales, DBO, DQO y macroelementos.

El área del proyecto se ubica en la zona cordillerana de la XV Región de Arica y Parinacota, Provincia de Parinacota, cercano a la localidad de Putre, en el sector de la quebrada de Catanave. El área de estudio se determina a partir de los cursos superficiales presentes en el área del proyecto, y los que posiblemente pueden ser afectados. En el área del proyecto no hay cursos superficiales, sin embargo se considera como área de influencia indirecta la Quebrada de Catanave en el sector del Bofedal, dado que se localiza aguas abajo del área del proyecto.

5.2.5.2 Metodología

Para la caracterización de la calidad del agua se realizó una caracterización bibliográfica de la cuenca en la cual se inserta el proyecto y un monitoreo de la calidad de las aguas del área de influencia, en particular de las aguas de la quebrada Catanave, en el sector del bofedal de Catanave.

5.2.5.2.1 Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica se realizó a partir de información en el Informe “Diagnóstico y Clasificación de los cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del río Lauca” de Diciembre de 2004 por la DGA.

Los antecedentes utilizados en el informe antes mencionado corresponden a los registro DGA desde 1980 - 2002 en los puntos de monitoreo indicados en la Tabla 5.2.5-1

Tabla 5.2.5-1. Monitoreo DGA Calidad de Agua 1980-2002

| Cuenca Lauca | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Cuerpos de Agua Monitoreados | Medición de Caudal | Nº Parámetros Medidos | Nº Parámetros Instructivo | Período de Registro | Nº Registros |
| Río Lauca | | | | | |
| Después de Quiburcanca (*) | NO | 3 | 3 | - | 3 |
| En Estancia el Lago (*) | SI | 16 | 10 | 1980-1983 | 4 |
| En Ungalliri (*) | NO | 14 | 8 | 1980-1981 | 7 |
| En Japu | SI | 32 | 21 | 1983-2001 | 27 |
| Río Guallatire | | | | | |
| En nacimiento (*) | NO | 16 | 10 | 1985-1986 | 3 |
| En desembocadura (*) | NO | 32 | 21 | 1986-2001 | 23 |
| Río Desaguadero | | | | | |
| En Cotacotani (*) | SI | 32 | 21 | 1980-2001 | 43 |
| Parámetros medidos Instructivo | | | | | |
| Indicadores físico-químicos | SI | Orgánicos plaguicidas | | NO | |
| Inorgánicos | SI | Microbiológicos | | NO | |
| Metales esenciales | SI | Orgánicos | | NO | |
| Metales no esenciales | SI | Otros parámetros no normados | | SI | |

(*) Estaciones de Monitoreo suspendidas
Fuente: DGA, 2004

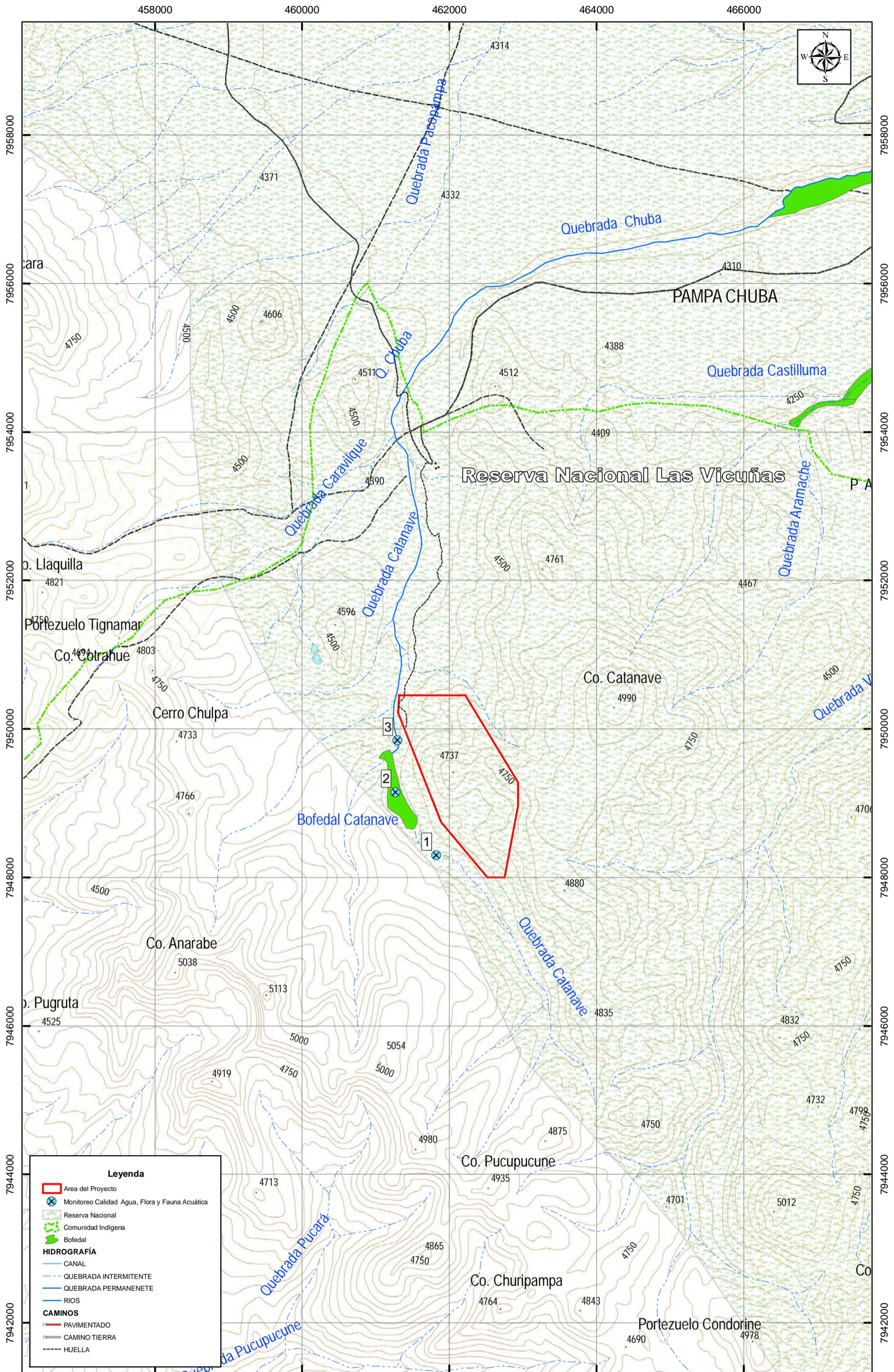
5.2.5.2.2 Monitoreo 2006

En diciembre del 2006, CEA realizó un monitoreo puntual en 3 estaciones (Apéndice 5) las cuales se presentan en la Figura 5.2.5-1 y cuyas coordenadas se detallan en la Tabla 5.2.5-2.

Tabla 5.2.5-2: Coordenadas Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua

| Estación | Este | Norte | Descripción |
|-----------------|-------------|--------------|--------------------------------------|
| 1 | 461.825 | 7.948.300 | Quebrada Catanave antes de Bofedal |
| 2 | 461.275 | 7.949.150 | Quebrada Catanave en Bofedal |
| 3 | 461.300 | 7.949.850 | Quebrada Catanave después de Bofedal |

Fuente: Elaboración propia



| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|-----------------------------------|-------------------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Preparado Por: SRK Consulting Engineers and Scientists | | | Cliente SOUTHERN COPPER | | | | PROYECTO PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA CATANAVE | | | |
| DIBUJO | R.BRUNA | OCTUBRE 2009 | CLIENTE | NOMBRE | FIRMA | FECHA | TITULO LOCALIZACIÓN PUNTOS MONITOREO CALIDAD AGUA, FLORA Y FAUNA ACUÁTICA | | | |
| PROYECTO | M.CURROTO | OCTUBRE 2009 | ING. PROYECTO | M.CURROTO | | | PROYECCION U.T.M. DATUM PSAD 56 HUSO 19 S ELIPSOIDE INTERNACIONAL 1924 N° PROYECTO 04-2163-03 ESCALA 1:50000 N° FIGURA 5.2.5-1 REV. A | | | |
| ING. PROYECTO | D.PEREZ | OCTUBRE 2009 | JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | | | | | | |
| JEFE DISCIPLINA | M.VIDAL | OCTUBRE 2009 | JEFE PROYECTO | M.VIDAL | | | | | | |
| JEFE PROYECTO | M.VIDAL | OCTUBRE 2009 | CONTRATO N° | N° PLANO | | | | | | |
| SRK | NOMBRE | FIRMA | FECHA | FUENTE: IGM CHILE | | | | | | |

Metodología Analítica.

La metodología utilizada en el monitoreo de calidad de agua del bofedal Catanave, se basa en los alcances de los estudios ambientales y protocolos metodológicos que la Comisión Nacional del Medio Ambiente propone en el documento “Metodologías para la Caracterización Ambiental” (CONAMA, 1996) y de acuerdo a APHA, AWWA, WEF (1995), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

El procedimiento de toma de muestras y preservación de ellas, se realizó de acuerdo a lo establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995). Los envases para la toma de muestra fueron proporcionados por el laboratorio ambiental de CEA, (cuidando el tipo de ensayo y el procedimiento de lavado correspondiente para cada tipo de ensayo (APHA-AWWA-WEF, 1995).

5.2.5.3 Resultados

5.2.5.3.1 Calidad del Agua Cuenca Río Lauca

Los resultados que se presentan en el Informe “Diagnóstico y Clasificación de los cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del río Lauca”, se resumen en la Tabla 5.2.5-3. En esta se señalan los valores máximos y mínimos del registro histórico de la DGA en la cuenca del Lauca

Tabla 5.2.5-3. Resultados Monitoreo DGA

| Resultados Monitoreos DGA | Unidad | Mínimo | Máximo | NCH 1333 |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| <u>Físico Químicos</u> | | | | |
| Conductividad Eléctrica | µS/cm | 320 | 1021 | - |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | 3,0 | 13,5 | - |
| pH | unidad | 6,0 | 9,4 | 5,5-9,0 |
| RAS | - | 0,8 | 3,2 | - |
| <u>Inorgánicos</u> | | | | |
| Cloruro | mg/L | 18,1 | 114,1 | 200 |
| Sulfato | mg/L | 42,3 | 234,0 | 250 |
| <u>Metales Esenciales</u> | | | | |
| Boro | mg/l | 0,2 | 4,0 | 0,75 |
| Cobre | µg/L | <10 | 280 | 200 |
| Cromo total | µg/L | <10 | 90 | 100 |
| Hierro | mg/L | <0,01 | 4,47 | 5 |
| Manganeso | mg/L | <0,01 | 0,34 | 0,2 |
| Molibdeno | mg/L | <0,01 | 0,03 | 0,01 |
| Níquel | µg/L | <10 | <10 | 200 |
| Selenio | µg/L | <1 | <1 | 20 |
| Zinc | mg/L | <0,01 | 0,07 | 2 |
| <u>Metales No Esenciales</u> | | | | |
| Aluminio | mg/L | <0,01 | 1,45 | 5 |
| Arsénico | mg/L | <0,001 | 0,514 | 0,1 |
| Cadmio | µg/L | <10 | <10 | 10 |
| Mercurio | µg/L | <1 | <1 | 1 |
| Plomo | mg/L | <0,01 | <0,01 | 0,02 |

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2004

De acuerdo a los valores registrados por la DGA, se observa que gran parte de los valores máximos registrados en la cuenca del río Lauca cumplen con lo establecido en la NCH 1333 Of. 78 modificado en 1987 “Requisitos de calidad del Agua para diferentes usos”, con excepción del pH, boro, cobre, manganeso, molibdeno y arsénico. Cabe señalar que la alta radiación solar contribuye de manera activa a los fenómenos de concentración.

De acuerdo a lo señalado en el Informe de la DGA, la calidad natural de la cuenca del Lauca varía de buena a regular, observándose principalmente altas concentraciones de metales y iones.

5.2.5.3.2 Calidad del Agua Quebrada de Catanave

A continuación se describen los resultados de los parámetros de Calidad de Agua del bofedal Catanave.

A. Parámetros *In Situ*

Monitoreo CEA Diciembre 2006

Los registros de temperatura del agua en el bofedal Catanave (Apéndice 5), mostraron valores homogéneos con fluctuaciones entre 12,0 y 14,9 °C (estación 2). Los valores de pH, muestran un sistemas de aguas moderada a fuertemente ácidas en los sectores de estaciones 1 y 2, y aguas neutras en la estación 3 (Hounslow, 1995).

Los valores de pH registrados fluctuaron entre 3,7 (estación 2) y 6,5 unidades (estación 3). La concentración de oxígeno disuelto en los puntos de muestreo 1 y 2, fueron superiores a 5,0 mg/L, siendo suficiente para el desarrollo de biota acuática. Sin embargo, en el punto 3 el oxígeno disuelto fue menor a 5,0 mg/L siendo una limitante para el desarrollo de biota acuática aerobia.

La conductividad específica del bofedal mostró valores entre 165 y 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (puntos 1 y 2, respectivamente), registrando la mayor conductividad a valores de pH más bajos, debido a la mayor disolución de minerales en medio ácido.

La Tabla 5.2.5-4 muestra un resumen de los parámetros monitoreados en terreno.

Tabla 5.2.5-4: Parámetros In-Situ Monitoreo CEA diciembre 2006

| Parámetro | Estación | | |
|---------------|----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Temperatura | 13,60 | 14,90 | 12,30 |
| pH | 4,6 | 3,7 | 6,5 |
| Conductividad | 165,0 | 254,0 | 188,0 |

Fuente: Elaboración propia

Monitoreo SRK junio 2009

Los valores de temperatura fluctúan entre 1,9 y 6,8 °C, registrando la magnitud más baja en el punto de muestreo 1 que se encuentra en la quebrada Catanave antes de entrar en el bofedal.

Respecto del pH, éste muestra un valor máximo en la estación 1 antes del bofedal (6,6 unidades), para luego disminuir en el punto de muestreo 2 que se encuentra al interior del bofedal hasta un valor de 3,4 unidades.

La conductividad muestra valores entre 110 y 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde el máximo se observa nuevamente en el punto de muestreo ubicado al interior del bofedal. La Tabla 5.2.5-5 muestra un resumen de los parámetros monitoreados en terreno.

Tabla 5.2.5-5: Parámetros In-Situ Monitoreo SRK junio 2009

| Parámetro | Estación | | |
|---------------|----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Temperatura | 1,9 | 6,4 | 6,8 |
| pH | 6,6 | 3,4 | 5,6 |
| Conductividad | 110,0 | 160,0 | 140,0 |

Fuente: Elaboración propia

El Gráfico de la Figura 5.2.5-2 muestra comparativamente los monitoreos realizados por CEA y SRK en los meses de diciembre de 2006 y junio de 2009 respectivamente.

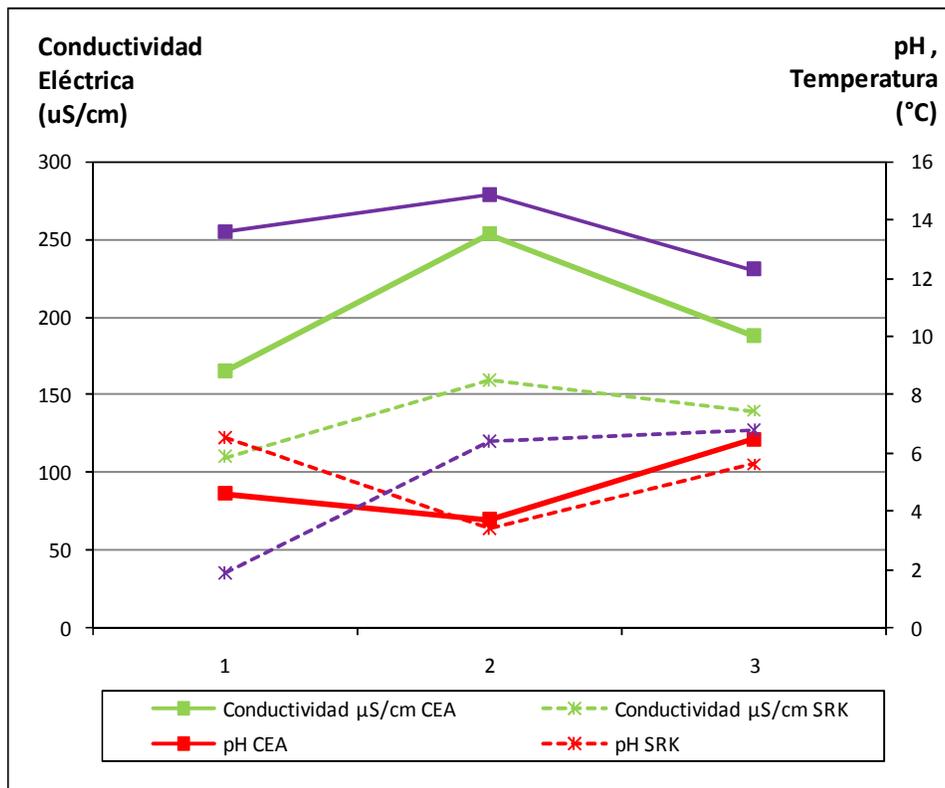


Figura 5.2.5-2. Monitoreo Parámetros In-Situ Bofedal Catanave

B. Elementos Mayoritarios

La composición iónica mayoritaria del bofedal Catanave, mostró un predominio de aguas sulfatada-cálcica (Hounslow, 1995) en todo el sector en estudio. El aporte de iones secundarios mostraron para el punto 3 importe aporte en bicarbonato, mientras el ion sodio estuvo presente en las tres estaciones evaluadas. Las series iónicas de cada punto de muestreo se detallan en el Tabla 5.2.5-6.

Tabla 5.2.5-6: Composición Iónica de las Estaciones de Monitoreo

| Estación | Serie Iónica |
|----------|-----------------------------------------------|
| 1 | Ca (Na) – SO ₄ |
| 2 | Ca (Na) – SO ₄ |
| 3 | Ca (Na) – SO ₄ (HCO ₃) |

Fuente: Elaboración propia

C. Elementos Traza

Dentro de los elementos determinados sólo se observó valores cuantificables en alguno ó en todos los puntos evaluados en el bofedal, para arsénico, boro, bario, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc. De estos elementos, los registros más altos se observaron para hierro y manganeso, seguidos por boro, zinc y bario.

En el punto 1 del bofedal, se observó la mayor concentración para cobre y manganeso, en el punto 2 la mayor concentración para bario y zinc y en el punto 3 para arsénico y boro.

D. Nutrientes

Dentro de los nutrientes disueltos, se observó para amonio, nitrato y ortofosfato concentraciones inferiores al valor cuantificables para los puntos 2 y 3 ubicados en el bofedal de Catanave, sólo fue posible cuantificar los valores registrados en el punto 1, con 29 µg/L para amonio, 90 µg/L para nitrato y 17 µg/L para ortofosfato. Respecto la concentración de nitrito en el sector, se registraron valores de 0,89 µg/L en el punto 1, 1,27 µg/L en el punto 2 y 2,99 µg/L en el punto 3.

Para nitrógeno total se observó concentraciones entre 100 y 161 µg/L (puntos 1 y 3, respectivamente), mientras para fósforo total, se reportó un valor no cuantificable en el punto 2 (<15 µg/L), y concentraciones de 24 y 44 µg/L en los puntos 1 y 3.

E. Parámetros de Importancia Ambiental

Dentro de este grupo de parámetros encontramos los sólidos totales disueltos, alcalinidad total, dureza, fluoruro, sulfuro y clorofila "a", los que se presentan en la Tabla 5.2.5-7. Los registros observados para sólidos disueltos mostraron un valor mínimo en el punto 1 con 109 mg/L y un valor máximo en el punto 2 con 168 mg/L. Para alcalinidad total, en el bofedal se observaron aguas con baja alcalinidad (<4 mg/L), en los puntos 1 y 2 correspondientes con los registros de pH de aguas moderadamente a fuertemente ácidas obtenidos en estos puntos, diferenciándose del punto 3 donde se registró una alcalinidad de 38 mgCaCO₃/L.

Las aguas de este bofedal están caracterizadas por aguas blandas (Mays, 1996), con durezas menores a 65 mgCaCO₃/L, con los menores registros en el punto 1 (36 mgCaCO₃/L) y los mayores en el punto 3 (63 mgCaCO₃/L).

Para fluoruro, sólo el punto 3 mostró un valor cuantificable analíticamente con 0,021 mg/L, mientras los puntos 1 y 2 mostraron valores menores a 0,1 mg/L. Para sulfuro se observaron concentraciones menores al valor detectable (<0,02 mg/L) en todos los puntos muestreados en el bofedal. Así mismo, los registros para clorofila "a" fueron menores a 0,1 µg/L en todo el bofedal.

Al comparar los resultados obtenidos en la campaña de muestreo con la Norma Chilena de aguas para riego Nch 1333, es posible establecer que la mayoría de los parámetros se encuentran bajo los límites máximos, con excepción del pH y Manganeso. Los valores de pH dan cuenta de un proceso de lixiviación natural, que resulta en aguas ácidas en la zona caracterizada por las estaciones 1 y 2, con una recuperación en la estación 3 debido a la incorporación de aguas de mejor calidad. La concentración máxima de manganeso establecido en la norma es 0.2 ppm, valor que fue sobrepasado en todas las estaciones. Al comparar los resultados con el proyecto de norma de calidad secundaria, la calidad del agua no cumple con la Clase 3, dado los valores de pH.

En la Tabla 5.2.5-7 se muestra el resultado de todos los parámetros monitoreados en la campaña de diciembre de 2006, y en Figuras 5.2.5-3 y 5.2.5-4 representan un resumen de los parámetros fisicoquímicos y la composición iónica respectivamente.

Tabla 5.2.5-7: Parámetros Fisicoquímicos de Calidad de Agua

| Parámetros | Unidad | Estaciones de Muestreo | | |
|-------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Hora | | 15:40 | 10:48 | 13:15 |
| Temperatura | °C | 13,6 | 14,9 | 12,3 |
| pH | unidad | 4,6 | 3,7 | 6,5 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 6,8 | 5,5 | 4,4 |
| Conductividad | µS/cm | 165 | 254 | 188 |
| STD | mg/L | 109 | 168 | 124 |
| Alcalinidad Total | mgCaCO ₃ /L | <4 | <4 | 37 |
| Dureza | mgCaCO ₃ /L | 36 | 38 | 62 |
| Sodio | mg/L | 9,9 | 7,2 | 11,6 |
| Potasio | mg/L | 3,1 | 6,2 | 3,3 |
| Calcio | mg/L | 12,2 | 11,9 | 20,5 |
| Magnesio | mg/L | 1,4 | 2,0 | 2,6 |
| Cloruro | mg/L | 3,6 | 1,9 | 2,3 |
| Bicarbonato | mg/L | <4 | <4 | 45,7 |
| Carbonato | mg/L | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sulfato | mg/L | 55 | 88 | 52 |
| Silice | mg/L | 25 | 32 | 23 |
| Fluoruro | mg/L | <0,10 | <0,10 | 0,21 |
| Sulfuro | mg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Clorofila "a" | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Amonio | µg/L | 29 | <10 | <10 |
| Nitrito | µg/L | 0,89 | 1,27 | 2,98 |
| Nitrato | µg/L | 90 | <40 | <40 |
| Nitrógeno Total | µg/L | 100 | 108 | 161 |
| Ortofosfato | µg/L | 17 | <10 | <10 |
| Fósforo Total | µg/L | 24 | <15 | 44 |
| Arsénico | mg/L | 0,006 | 0,004 | 0,016 |
| Boro | mg/L | 0,117 | 0,096 | 0,121 |
| Bario | mg/L | 0,049 | 0,057 | 0,035 |
| Berilio | mg/L | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 |
| Cadmio | mg/L | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 |
| Cobalto | mg/L | 0,001 | 0,001 | <0,0008 |
| Cromo | mg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Cobre | mg/L | 0,014 | 0,012 | 0,012 |
| Hierro | mg/L | 0,014 | 0,735 | 0,095 |
| Manganeso | mg/L | 0,481 | 0,403 | 0,336 |
| Molibdeno | mg/L | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Niquel | mg/L | <0,0017 | <0,0017 | <0,0017 |
| Plomo | mg/L | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 |
| Selenio | mg/L | <0,021 | <0,021 | <0,021 |
| Vanadio | mg/L | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 |
| Zinc | mg/L | 0,048 | 0,071 | 0,024 |

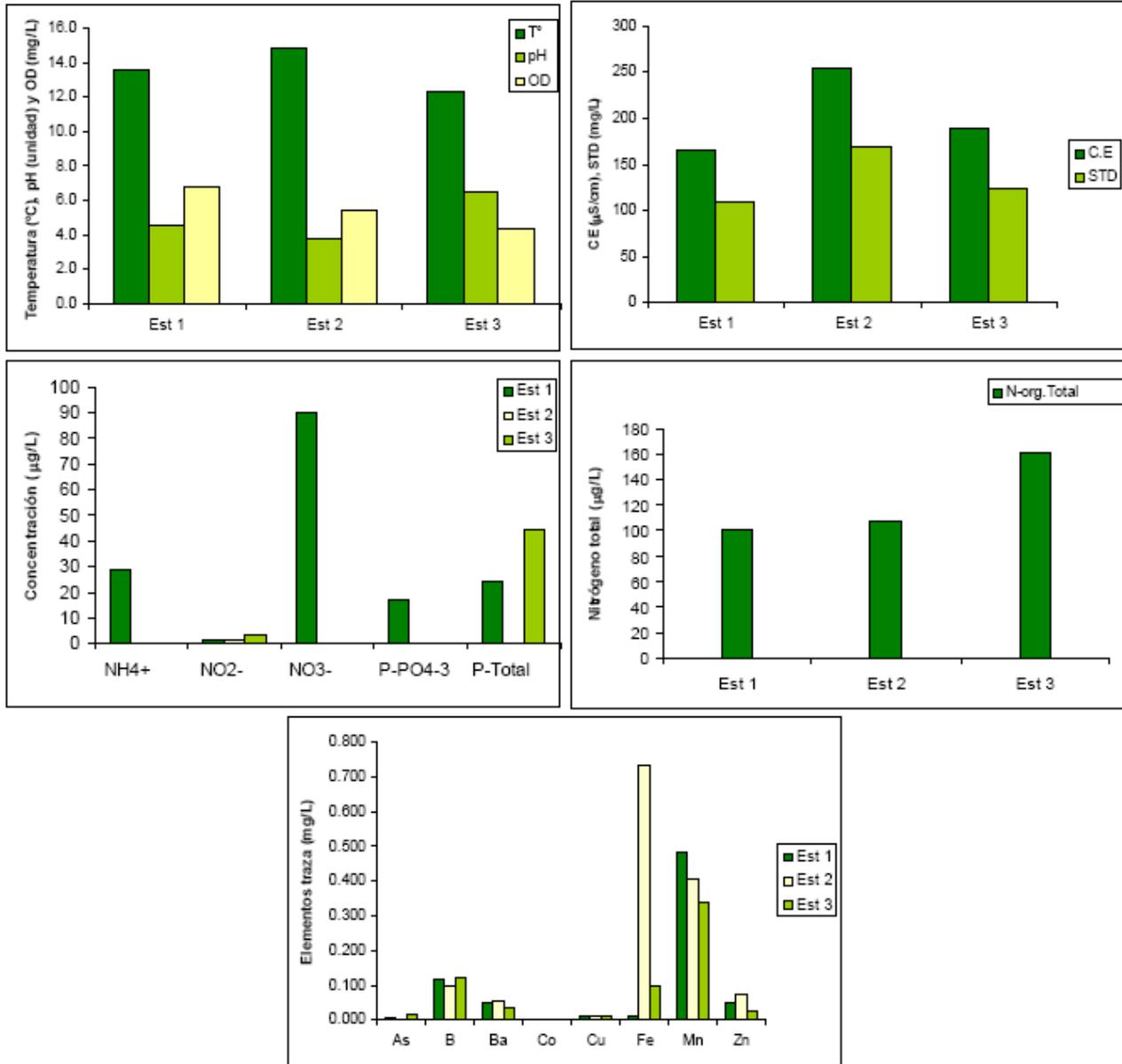


Figura 5.2.5-3: Parámetros Fisicoquímicos de Calidad de Agua

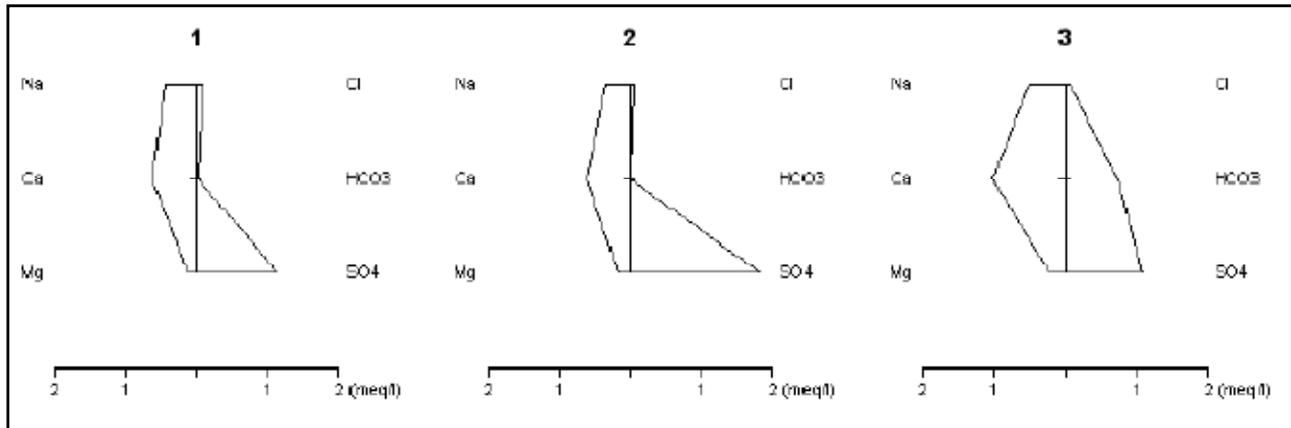


Figura 5.2.5-4: Composición Iónica Mayoritaria. Diagramas de Stiff

5.2.5.4 Conclusiones

Las aguas del bofedal Catanave, se caracterizaron por presentar sectores con aguas neutras, moderadamente ácidas y fuertemente ácidas en los tres puntos de muestreo del bofedal. Las aguas de todo el sector mostraron además condiciones de aguas blandas, y alcalinidad baja en los puntos 1 y 2, y valores dentro de los rangos normales de agua dulce en el punto 3.

Los pH bajos observados en los puntos 1 y 2 del bofedal, se correlacionan positivamente con potasio, sílice y sulfato, mostrando los valores más altos en el punto 2 de pH más ácidos, no así para el resto de los iones mayoritarios donde se registraron valores máximos para sodio, calcio, magnesio y bicarbonato en el punto 3 de aguas neutras y para cloruro en el punto 1 con aguas moderadamente ácidas. Estos pH se encuentran bajo el valor mínimo registrado por en las estaciones de la DGA.

Los elementos traza registraron valores cuantificables en alguno ó en todos los puntos evaluados en el bofedal, para arsénico, boro, bario, cobalto, cobre, hierro, manganeso y zinc. De estos elementos, los registros más altos se observaron para hierro y manganeso, seguidos por boro, zinc y bario. Los registros observados para este grupo de elementos, no dan cuenta de un comportamiento evidentemente asociado al pH de las aguas del sector, mostrando valores máximos sin un patrón definido en los distintos puntos de muestreo.

Las concentraciones medidas por CEA, para boro, cobre, hierro, molibdeno, zinc, y arsénico se encuentran dentro del registro histórico que mantiene la DGA para la cuenca del Lauca.

5.2.6 Suelos

5.2.6.1 Introducción

En el presente capítulo contiene el Estudio de Línea de Base del componente Suelo al interior del área de influencia del Proyecto Exploración Minera Catanave. El estudio detallado de este componente se adjunta en el Apéndice 6.

Los objetivos principales del estudio de línea de base del componente Suelo contemplan la caracterización de los suelos existentes en el área de influencia del Proyecto para lo cual se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Delimitar y ubicar geográficamente las unidades de suelos identificadas en el sector cerro Catanave de acuerdo a los estudios de suelos preexistentes.
- Evaluar mediante un estudio de superficie en terreno, las características de los suelos y las unidades de suelos presentes en el área de estudio.
- Evaluar el estado de conservación actual del suelo en el área de estudio.

El área de estudio para el componente ambiental Suelo se definió según la ubicación de las actividades del proyecto, considerando un polígono de 2,1 km² de superficie cuyos vértices se detallan en la Tabla 5.2.6-1.

Tabla 5.2.6-1: Vértices del Área de Estudio Suelo.

| Vértices | Coordenadas | |
|----------|-------------|---------|
| | Norte | Este |
| A | 7.950.829 | 461.394 |
| B | 7.950.829 | 463.119 |
| C | 7.949341 | 463.119 |
| D | 7.948376 | 462.934 |
| E | 7.948378 | 462.703 |
| F | 7.949122 | 462.072 |

Coordenadas en Datum: PSAD 56

5.2.6.2 Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo del estudio de suelo ha comprendido esencialmente una revisión bibliográfica, chequeo de información en terreno y análisis e interpretación de información existente.

Para la identificación de los tipos de suelos existentes en el área de estudio, se realizó una revisión bibliográfica en revistas chilenas especializadas en el tema de suelos como la Revista Chilena de Suelos y Nutrición Vegetal de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, junto a una búsqueda en sitios web de importancia como es el caso de la Organización Mundial para la Alimentación (FAO) y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (US NRCS).

Paralelamente se efectuó una visita a terreno para caracterizar los suelos existentes en el área de estudio, a fin de identificar las características superficiales y procesos geomorfológicos imperantes en la zona. Además, se tomaron muestras de la superficie del suelo para caracterizar algunos parámetros como la textura superficial, color y presencia de fragmentos gruesos. Así también, mediante las observaciones llevadas a cabo en terreno se establecieron unidades de suelo, condicionadas por los factores limitantes del suelo como lo son el drenaje extremo, la pedregosidad superficial, la rocosidad superficial, la pendiente y la erosión.

5.2.6.3 Resultados

5.2.6.3.1 Antecedentes Existentes

Los estudios de suelos Altiplánicos del norte de Chile son escasos, principalmente debido a que estos poseen una limitada aptitud agrícola, determinada por sus regímenes hidrotérmicos y la inaccesibilidad del área, resultando en la inexistencia de levantamientos de suelos detallados. Aun así, existen algunos estudios relevantes en cuanto a la caracterización de los suelos regionales, las cuales se presentan a continuación:

A. Caracterización de Suelos Regionales Según Luzio *et al*, 2002.

Las propiedades de los suelos del altiplánicos fueron descritas por Luzio *et al* mediante el estudio “Génesis y Propiedades de Algunos Suelos del Altiplano de Chile”. Durante este estudio se muestrearon ocho pedones en la XV Región, aproximadamente entre los 17°45' y 18°45' Latitud Sur y los 69°00' y 69°45' Longitud Oeste, las cuales fueron designadas según la localidad más próxima; Larán, Umaqui, Alcérreca, Oxaya, Chirigualla, Pichicán, Guallatire y Calatambo. (Apéndice 6). La ubicación de estos sitios de muestro con respecto al área de influencia del Proyecto Catanave se ilustra mediante en la Figura 5.2.6-1.

Los epipedones de todos los suelos resultaron ser ócricos ya sea por color, profundidad o contenido de CO. El máximo desarrollo de los horizontes subsuperficiales correspondió a horizontes de alteración que, en algunos casos, califican para horizontes cámbicos. Según los autores, los suelos que presentan estas características califican, de acuerdo a Soil Survey Staff (1999) para el Gran Grupo Haplocryids, Subgrupo Vitrandic Haplocryids (Umaqui y Oxaya) y para el Subgrupo Lithic Haplocryids (Alcérreca).

A causa de la ausencia de otros rasgos de diagnóstico, los demás suelos fueron clasificados bajo el Subgrupo Vitrandic Cryorthents (Larán, Guallatire, Pichicán y Calatambo).

Según los criterios de Soil Survey Staff (1999), los autores determinaron que el suelo Chirigualla califica como el Subgrupo Vitrandic Haplocryid. Este Subgrupo refleja de una manera clara que el suelo es un intergrado hacia un Andisol, pues las propiedades ándicas no alcanzan los mínimos requeridos aun cuando se encuentran muy cercanas a esos niveles.

Este estudio consideró que el Subgrupo Vitrandic Haplocryid constituyó la unidad taxonómica que interpreta en forma más precisa los procesos de meteorización incipiente que están ocurriendo sobre los materiales volcánicos en la Región Altiplánica. Por tanto para el área del proyecto Catanave, considerando su cercanía con los suelos estudiados por Luzio *et al*, se podría inferir que la clasificación de los suelos de esta cuenca corresponde al Subgrupo Vitrandic Cryorthents, ya que los suelos más cercanos (Guallatire, Pichican y Calatambo) se clasifican en este subgrupo.

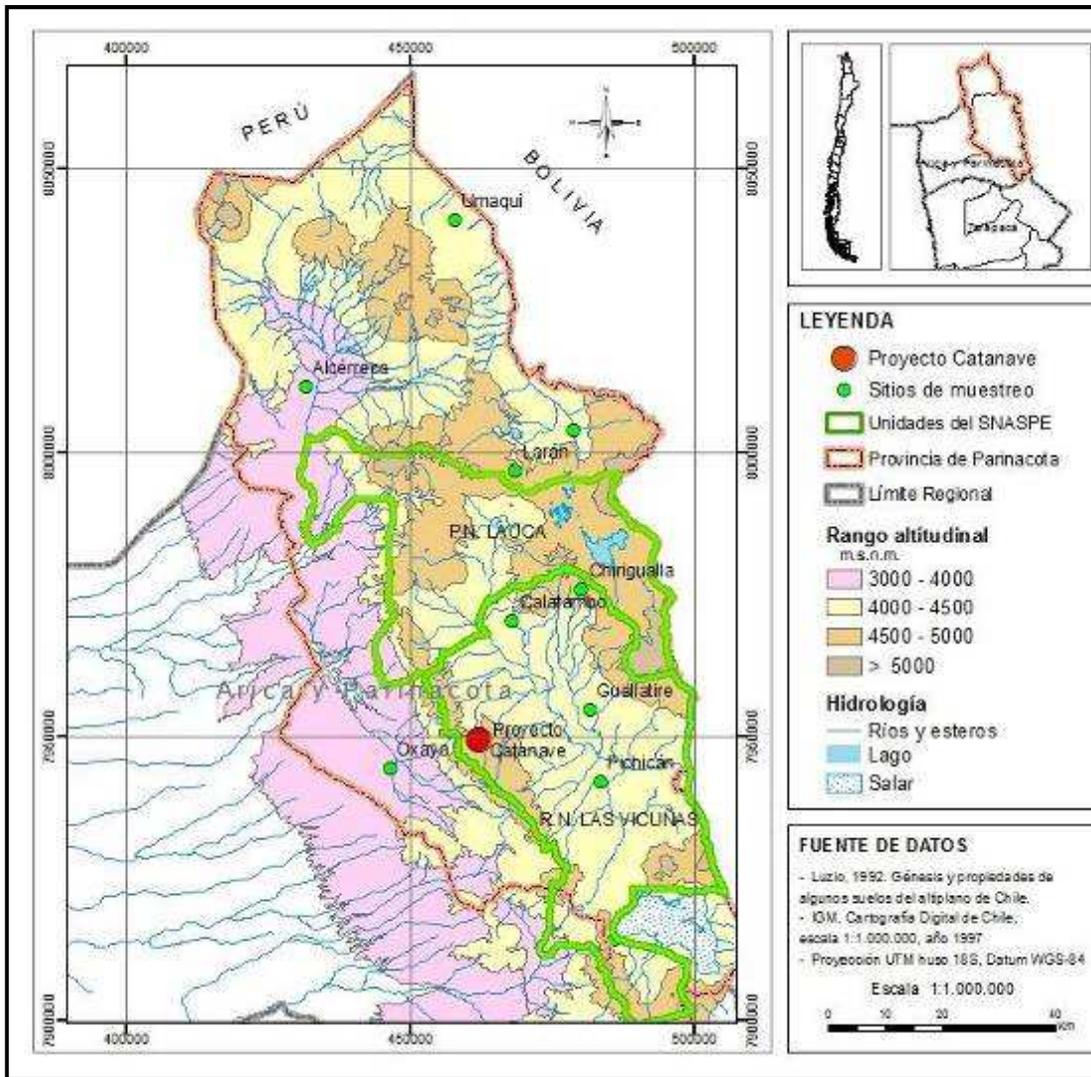


Figura 5.2.6-1: Localización Puntos de Muestreo según Luzio et al, en relación Area Proyecto.

B. Caracterización de Suelos Regionales Según Sistema de Clasificación Taxonómica de los Estados Unidos

Según el Sistema de Clasificación Taxonómica de los Estados Unidos, los suelos del área del proyecto se clasifican como Cryorthents, grupo perteneciente al orden de los Entisoles (Apéndice 6). Los Entisoles se caracterizan por poseer poca o escasa evidencia de desarrollo de sus horizontes pedogenéticos (Soil Survey Staff, 1999). A pesar de la carencia de horizontes, el crecimiento de las plantas se desarrolla igual, evidenciando que los materiales parentales no consolidados funcionan bien como suelos. Se establece entonces un dominio de las raíces de las plantas habiéndose formado o no horizontes pedogenéticos. Los Entisoles también están constituidos por materiales inertes (como arenas de cuarzo); o bien por materiales recientemente expuestos a procesos pedogenéticos, de modo que los horizontes de diagnóstico están prácticamente ausentes, aunque pueden estar presentes epipedones ochricos y/o horizontes albcos. Por lo tanto los Entisoles incluyen; suelos simples con uno o más de los horizontes mencionados y suelos pedogenéticamente sin rasgos distintivos, con materiales naturales que sustentan vida, de estados evolutivos intermedios entre no suelos (roca consolidada, sales de playa, cuerpos profundos de agua, glaciares) y suelos horizonados. También aquellos suelos sin aspectos distintivos creados por el hombre, como mezclas de materiales de suelos, pueden ser asignados a este orden.

El escenario de desarrollo de la mayoría de los Entisoles, ocurre en paisajes muy jóvenes, sectores húmedos y secos, o bien subyacentes por materiales originales muy resistentes.

C. Caracterización de Suelos Regionales Según la Base de Datos Mundial Harmonizada de FAO, IISA del 2009

La Base de Datos Mundial Harmonizada (HWDB) clasifica a los suelos según la Clasificación de FAO/UNESCO, especificando que los suelos del sector Cerro Catanave califican como Eutric Leptosoles (LPe; Apendice 6). El término Leptosol viene del griego "leptos" que significa delgado. Hace referencia a suelos someros y de escasa evolución y desarrollo. El material original puede ser cualquiera, tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina. Estos suelos aparecen fundamentalmente en zonas altas o medias con una topografía escarpada y elevadas pendientes. Se encuentran en todas las zonas climáticas y, particularmente, en áreas fuertemente erosionadas.

Son suelos poco o nada atractivos para cultivos; presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Lo mejor es mantenerlos bajo bosque.

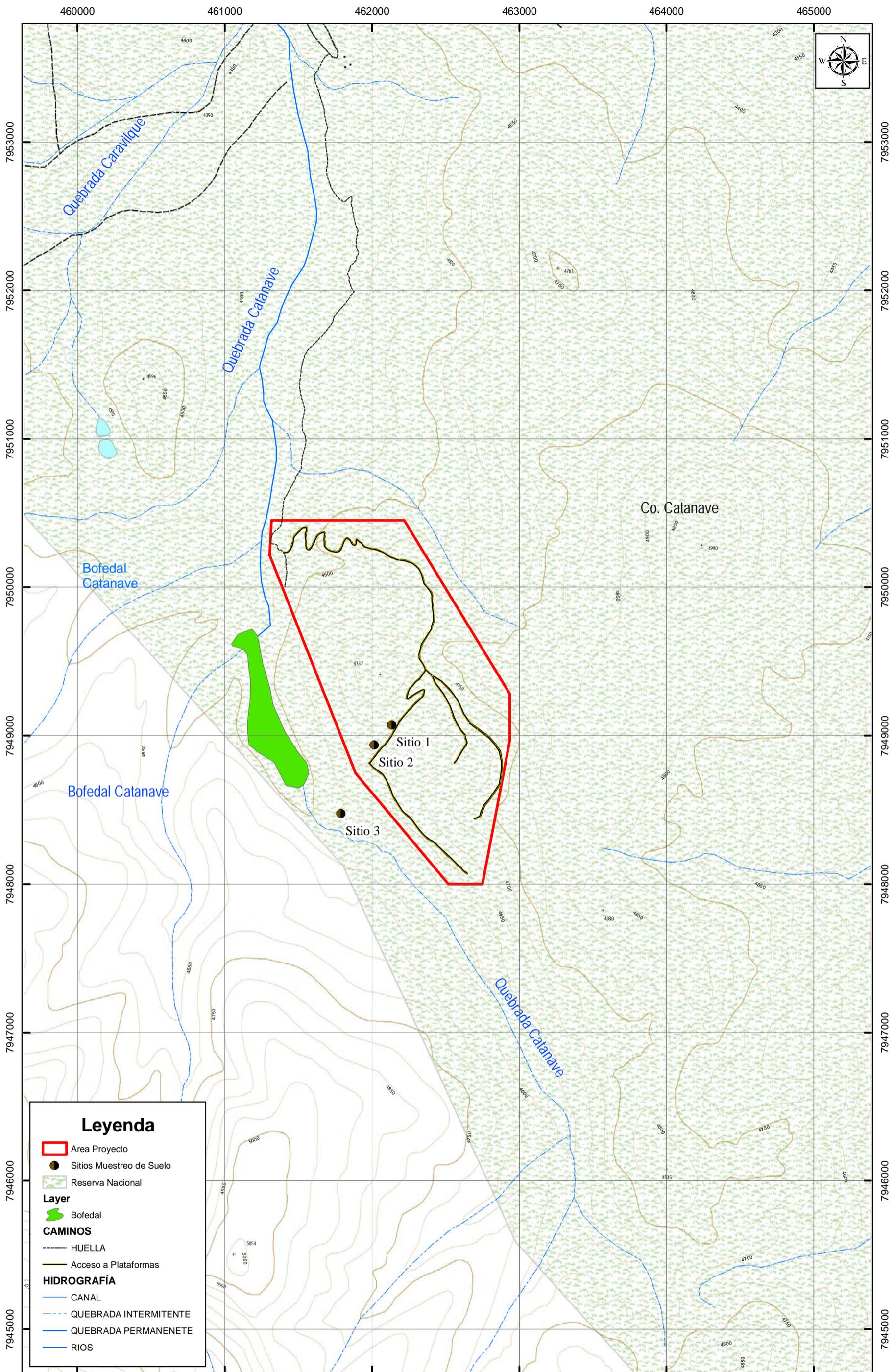
El principal factor limitante para el uso de estos suelos es su pequeño espesor, si bien asociada a él llevan una escasa capacidad de retención de agua, lo que les convierte en suelos muy secos bajo condiciones xéricas.

Según sus restantes características los suelos se pueden asignar, en un segundo nivel y para el área del proyecto Catanave, al tipo Eutrico, vale decir suelos que presentan saturación en bases de 50 % o superior entre 20 cm y un metro de profundidad. En los Leptosoles, esta condición se cumple en los 5 cm situados sobre un contacto lítico.

Para el caso del área del proyecto la base HWDB entrega una serie de registros del suelo superficial para un suelo Leptosol Eutrico, caracterizado por una textura superficial media, profundidad de referencia cercana a 30 cm, clase de drenaje imperfecto, capacidad de almacenaje de agua de 50 mm; no presentando propiedades gélidas, ni vérticas, ni pétricas. En los primeros 30 cms se estima una fracción arena de 50%; fracción limo de 30% y fracción arcilla de 20%, calificando la textura USDA como suelo franco. Además la densidad aparente es de 1.42 kg/dm³. Superficialmente el contenido de gravas es cercano a 31%, mientras que el contenido de carbono orgánico en peso es de 0.72%; con un pH de 6.5 unidades; una CIC de la arcilla de 49 cmol/kg y la CIC del suelo cercana a 12 cmol/kg. El PSB es de 87%, el PSI de solo 2% y la conductividad eléctrica de 0.1 dS/m. El contenido de carbonato de Calcio en peso es de 0.2 % mientras que el contenido de yeso alcanza 0.1%.

5.2.6.3.2 Levantamiento de Terreno

Durante los días 15 y 16 de Julio se realizó una visita a terreno para observar la condición superficial de los suelos en el área del proyecto (Apéndice 6). Al respecto, se efectuó una descripción general de los suelos según observaciones en terreno además del análisis de tres muestras superficiales, tomadas dentro del área de estudio, según se observa en la Figura 5.2.6-2.



Leyenda

- Area Proyecto
- Sitios Muestreo de Suelo
- Reserva Nacional
- Layer**
- Bofedal
- CAMINOS**
- HUELLA
- Acceso a Plataformas
- HIDROGRAFÍA**
- CANAL
- QUEBRADA INTERMITENTE
- QUEBRADA PERMANENTE
- RIOS

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|----------------------------------------------------------|--|--------------------------|--|------------|--|-------------------------------|--|
| Preparado Por: SRK Consulting <i>Engineers and Scientists</i> | | | | Cliente: SOUTHERN COPPER | | | | PROYECTO: PROYECTO DE EXPLORACIÓN MINERA CATANAVE | | | | | | | |
| DIBUJO: R.BRUNA OCTUBRE 2009 | | | | CLIENTE: NOMBRE FIRMA FECHA | | | | TITULO: LOCALIZACION PUNTOS DE MUESTREO SUELO | | | | | | | |
| PROYECTO: S.MAGRI OCTUBRE 2009 | | | | ING. PROYECTO: M.CALDERON | | | | PROYECCION: UTM | | DATUM: PSAD 56 | | HUSO: 19 S | | ELIPSOIDE: INTERNACIONAL 1924 | |
| ING. PROYECTO: S.MAGRI OCTUBRE 2009 | | | | JEFE DISCIPLINA: M. VIDAL | | | | ESCALA: 1:25000 | | N° FIGURA: 5.2.6-2 | | REV. A | | | |
| JEFE DISCIPLINA: M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | JEFE PROYECTO: M.VIDAL | | | | N° PROYECTO: 04-2163-03 | | MAPEO: VORON, FINECERIMO | | | | | |
| JEFE PROYECTO: M.VIDAL OCTUBRE 2009 | | | | CONTRATO N° N° PLANO | | | | FUENTE: IGN CHILE | | | | | | | |
| SRK NOMBRE FIRMA FECHA | | | | | | | | | | | | | | | |

A continuación se caracterizan las muestras de suelo según su sitio de muestreo:

Sitio 1

La ubicación y caracterización general del sitio de muestreo 1 se resumen en la Tabla 5.2.6-2.

Tabla 5.2.6-2: Sitio 1, Muestra Superficial de Suelo.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|
| Coordenadas (DATUM PSAD 56) | E 462.135 | N 7.949.074 |
| Altitud | 4.747 m.s.n.m | |
| Pendiente | 45% | |
| Posición en el Paisaje: | Cerro o Monte | |
| Material de Origen | Sedimentos eólicos, mezclado con depósitos de ignimbrita | |
| Uso de la Tierra | Área Silvestre Protegida | |
| Clase de Capacidad de Uso del Suelo | VIII | |
| Drenaje externo | Rápido | |
|  | | |
| <p>Sitio1: Se observan bloques angulares ignimbríticos y gravas superficiales provenientes de materiales volcánicos sobre la superficie del suelo, evidenciando procesos de meteorización</p> | | |

Fuente: Elaboración propia

La muestra de suelo superficial extraída del sitio 1, llegando hasta una profundidad de 12 cm y considerando el horizonte A, mostraba un color Rosado (7.5YR 7/4) en seco; la presencia de gravilla, gravas medias y gravas gruesas, en matriz de ceniza volcánica. De pedregosidad superficial cercana al 100%; consistencia suelta en seco y suelta en húmedo. Estructura de grano simple y contenido de humedad seco (Apendice 6). La variación o fase de suelo corresponde a una unidad de textura superficial gravosa con topografía de cerros y 40 a 45% de pendiente la cual se pudo clasificar interpretativamente en;

| | |
|-------------------------|--------|
| Capacidad de Uso | VIII s |
| Categoría de Riego | 6s |
| Clase de Drenaje | 6 |
| Clase de Aptitud Frutal | E |
| Aptitud Agrícola | 9 |

Sitio 2

La ubicación y caracterización general del sitio de muestro 2 se resumen en la Tabla 5.2.6-3.

Tabla 5.2.6-3: Sitio 2, Muestro Superficial de Suelo.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|
| Coordenadas (DATUM PSAD 56) | E 462.014 | N 7.948.939 |
| Altitud | 4.738 m.s.n.m | |
| Pendiente | 40 - 45% | |
| Posición en el Paisaje: | Cerro o Monte | |
| Material de Origen | Ceniza volcánica mezclados con depositos de ignimbrita | |
| Uso de la Tierra | Area Silvestre Protegida | |
| Clase de Capacidad de Uso del Suelo | VIII e | |
| Drenaje externo | Rápido | |
|  | | |
| <p>Sitio2: Se observan ladera con vegetación de pajonales sobre un sustrato de mayor desarrollo</p> | | |

Fuente: Elaboración propia

La muestra de suelo superficial extraída del sitio 2, llegando hasta una profundidad de 10 cm y considerando el horizonte A, hasta los 10 cm de profundidad, mostraba un color Café fuerte (7.5YR 5/6) en seco y café rojizo oscuro (2.5 YR 3/4) en húmedo; presencia de gravas finas y medias. De pedregosidad superficial inferior al 1%; consistencia moderadamente dura en seco y friable en húmedo. Estructura granular fina y media, fuerte. Contenido de humedad seco. (Apendce 6). La variación o fase de suelo corresponde a una unidad de textura superficial gravosa con topografía de cerros y 40 a 45% de pendiente la cual se pudo clasificar interpretativamente en:

| | |
|-------------------------|--------|
| Capacidad de Uso | VIII e |
| Categoría de Riego | 6 |
| Clase de Drenaje | 6 |
| Clase de Aptitud Frutal | E |
| Aptitud Agrícola | 8 |

Sitio 3:

La ubicación y caracterización general del sitio de muestro 3 se resumen en la Tabla 5.2.6-4.

Tabla 5.2.6-4: Sitio 2, Muestra Superficial de Suelo.

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------|
| Coordenadas (DATUM PSAD 56) | E 461.789 | N 7.948.478 |
| Altitud | 4.651 m.s.n.m | |
| Pendiente | 35% | |
| Posición en el Paisaje: | Ladera de Cerro | |
| Material de Origen | Depósitos de Ignimbrita | |
| Uso de la Tierra | Area Silvestre Protegida | |
| Clase de Capacidad de Uso del Suelo | VIII | |
| Drenaje externo | Rápido | |



Sitio 3: Se observan bloques de ignimbrita sobre la superficie del suelo

Fuente: Elaboración propia

La muestra de suelo superficial extraída del sitio 3, llegando hasta una profundidad de 11 cm y considerando el horizonte A, mostraba un color rosado (7.5YR 8/3) en seco; fuerte presencia de gravas medias. De pedregosidad superficial variable entre 25 y 50%; consistencia moderadamente dura a extremadamente dura en seco. Estructura de bloques angulares gruesos y fuertes. Contenido de humedad seco (Apéndice 6). La variación o fase de suelo corresponde a una unidad de textura superficial gravosa con topografía de cerros y 35% de pendiente la cual se pudo clasificar interpretativamente en:

| | |
|-------------------------|--------|
| Capacidad de Uso | VIII s |
| Categoría de Riego | 6 |
| Clase de Drenaje | 6 |
| Clase de Aptitud Frutal | E |

5.2.6.3.3 Unidades de Suelo

Durante el trabajo en terreno se identificaron unidades limitantes del suelo, condicionadas por los factores limitantes del suelo como los son el drenaje externo, la pedregosidad superficial, la rocosidad superficial, la pendiente y la erosión. Así fue como se definieron 2 unidades de suelo en el área de influencia del proyecto; Unidad 1 y Unidad 2. Además, se identificaron las clases de capacidad de uso según las características del suelo superficial de estas unidades y de los suelos circundantes al área de estudio del proyecto. (Figura 5.2.6-3)



Figura 5.2.6-3: Clase de Capacidad de Uso y Unidades de Suelo en Área de Estudio

Las características de la unidad de suelo 1 y 2, se detallan en la Tabla 5.2.6-5.

Tabla 5.2.6-5: Características Unidades de Suelo, Área de Estudio.

| Factor | Unidad de Suelo Área de Proyecto | |
|----------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| | Unidad 1 | Unidad 2 |
| Clase de Capacidad de Uso (Apéndice 6) | VIII s | VIII e |
| Drenaje | Rápido | Rápido |
| Pendiente | 40-45% | 40-45% |
| Aptitud de Uso | Vida Silvestre | Vida Silvestre |
| Cementaciones | S/I | S/I |
| Topografía | Cerros | Cerros |
| Profundidad | S/I | S/I |
| Erosión | Aparente o ligera | Moderada |
| Riesgo de Inundación | No hay | No hay |

| Factor | Unidad de Suelo Área de Proyecto | |
|--------------|----------------------------------|----------|
| | Unidad 1 | Unidad 2 |
| Rociedad | 3-5% | 0.1-3% |
| Pedregosidad | 25-100% | < 1% |

Fuente: Elaboración propia

Debido a las características del suelo las principales limitantes para el uso agrícola de las unidades identificadas en el área de estudio se deben a su pronunciada pendiente, cercano al 45%, la topografía de cerros y precipitaciones producto del invierno boliviano, la alta pedregosidad y las Clases de Capacidad de Uso siendo principalmente VIII, lo cual se designa como no arables o de aptitud forestal, destinados preferentemente para la Vida Silvestre.

5.2.6.4 Conclusiones

Considerando las características del suelo superficial dentro del área del proyecto, según el Sistema de Clasificación de los Estados Unidos; Soil Taxonomy, estas se podrían designar como Cryorthents. Así también, de acuerdo a información bibliográfica relevante del área, se infiere que estos suelos podrían pertenecer al subgrupo Vitrandic Cryorthents, al igual que los suelos de las comunidades más cercanas. Por otra parte, según la Base Mundial de Datos Harmonizada de Suelos de FAO/IISA del 2009, los suelos del área del proyecto clasifican como Leptosoles Eutricos, de acuerdo al Sistema de Clasificación Europeo de FAO/UNESCO. De acuerdo a ambos sistemas de clasificación estos suelos se caracterizan por ser suelos jóvenes, someros, de poca profundidad y escaso desarrollo, donde los horizontes que los caracterizan son la presencia de la secuencia A-R o bien A-C.

La rocosidad superficial de la mayoría de estos suelos varía entre 0.1 y 5%, por tanto califican como suelos de moderada rocosidad. Así también, su drenaje externo califica como rápido. Los suelos del área del proyecto presentan en superficie texturas gravosas con predominio de gravas medias y gruesas de origen volcánico.

Los suelos de área de estudio se encuentran aproximadamente a unos 4.712 m.s.n.m. La capacidad de uso de estos es VIII, donde algunos sectores presentan problemas de pedregosidad superficial entre 25 y 100%, relativo a fragmentos de materiales ignimbríticos, mientras que otros sectores evidencian problemas de flujo de detritos probablemente por meteorización del material parental original. En general los suelos del área de influencia del proyecto presentan pendientes simples y complejas de aproximadamente 35 a 45%, en topografía de cerros. Debido a las características planteadas anteriormente, la aptitud de uso de estos suelos es preferentemente vida silvestre.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPLORACIÓN MINERA PROYECTO CATANAVE

CAPÍTULO 6 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla de Contenido

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------|------|
| 6.1 | Introducción | 6-1 |
| 6.2 | Metodología | 6-1 |
| 6.2.1 | Identificación de Impactos Ambientales | 6-1 |
| 6.2.2 | Valoración de Impactos | 6-1 |
| 6.3 | Evaluación de Impactos | 6-4 |
| 6.3.1 | Identificación de Fuentes Potenciales de Impacto Ambiental..... | 6-4 |
| 6.3.2 | Evaluación Impactos Medio Físico y Biológico..... | 6-5 |
| 6.3.3 | Evaluación de Impactos Medio Humano..... | 6-16 |

Tablas

| | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 6.3.1-1: | Actividades del Proyecto | 6-5 |
| Tabla 6.3.1-2: | Identificación Componentes Ambientales Potencialmente Impactados o Sujetos a Riesgos | 6-6 |
| Tabla 6.3.2-1: | Matriz de Impacto Ambiental – Medio Físico, Biológico y Construido | 6-7 |
| Tabla 6.3.2-3: | Unidades Vegetacionales Intervenidas por Habilitación de Huellas..... | 6-12 |
| Tabla 6.3.2-4: | Unidades Vegetacionales Intervenidas por Plataformas | 6-12 |
| Tabla 6.3.3-1: | Identificación y Valorización de Impactos Aspectos Socioculturales..... | 6-17 |

6.1 Introducción

En el presente capítulo se desarrolla el contenido exigido por el artículo 12, letra d) del Decreto Supremo N° 95/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es decir, *“la predicción y evaluación de los impactos considerará los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, atinentes al proyecto o actividad, y considerará, según corresponda, los impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos”*.

Los impactos ambientales previstos cubren las etapas de construcción, operación y cierre del Proyecto, tal como se indica en el Capítulo 2: Descripción del Proyecto.

El enfoque utilizado en la evaluación consistió en diseñar el Proyecto de modo de minimizar los efectos sobre el medio ambiente mediante la integración del diseño y localización de las instalaciones del proyecto, a las limitaciones ambientales del área del proyecto, por lo tanto la evaluación de los impactos ambientales se desarrolla considerando las medidas ya contempladas en el diseño del proyecto.

6.2 Metodología

En la presente sección, se describe la metodología utilizada para la evaluación de impactos ambiental del proyecto de exploración Catanave.

6.2.1 Identificación de Impactos Ambientales

La identificación de impactos potenciales de un proyecto resulta del análisis de la interrelación existente entre las acciones de éste, las cuales son capaces de causar algún impacto ambiental, y componentes ambientales susceptibles de recibir impactos.

La identificación de estos impactos, es el punto de partida del proceso de evaluación y sus resultados se presentan en forma de una Matriz de Identificación de Impactos y Riesgos Potenciales. En ella se conjugan, en términos generales los componentes del medio ambiente y las acciones propias del proyecto.

Las acciones del proyecto, presentadas en la ordenada (X) de la matriz, se dividen en fase de construcción y operación y cierre.

En la abscisa (Y) se expresan los factores o componentes ambientales en términos de categorías de impactos y riesgos potenciales que resultarían de este tipo de proyecto. Estas categorías fueron identificadas en base al conocimiento adquirido acerca de la problemática ambiental de otros proyectos de Exploración Minera realizados por SRK en Chile.

Las entradas de la Matriz de Identificación simplemente indican la existencia de interacciones potenciales entre las acciones del proyecto y las categorías de impactos potenciales o riesgos; esto es, el potencial de la acción de causar un impacto en la categoría, o el riesgo de ocurrencia de alguna alteración.

6.2.2 Valoración de Impactos

Para la valoración de los potenciales impactos en el caso del Proyecto Catanave, se ha realizado en una matriz de valoración para los impactos definidos en la fase de identificación. La naturaleza del impacto se ha analizado de acuerdo a criterios definidos más abajo, tomados de la revisión de diversas metodologías de evaluación, de acuerdo a su representatividad y real aplicación en este proyecto específico.

A cada criterio utilizado se le ha dado una escala de graduación simple, representada por un dígito. Dependiendo de cada criterio esta escala puede ir de 1 como valor mínimo del impacto analizado respecto al criterio, a 2, 3, 4 o 5 como valor máximo.

6.2.2.1 Criterios para la Definición de la Naturaleza de los Impactos

Carácter (C)

Define si el impacto es benéfico o perjudicial al medio ambiente. Este puede ser :

| | |
|------------------|---|
| Adverso: | - |
| Benéfico: | + |

Extensión (E)

Criterio referido a la extensión física de la interrelación. Para la aplicación de este criterio se definirá como “área de interferencia” a aquella definida en este caso como el área a ocupar por el nuevo acceso y plataformas. Las escalas de extensión utilizadas son las siguientes:

- Puntual (1): cuando su efecto se verifica dentro del territorio en que se localiza la fuente de impacto.
- Local (2): Cuando su efecto se verifica fuera del área en que se ubica la fuente de impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto.
- Extenso (3): Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto.

Duración (D)

Criterio referido a la unidad de medida temporal que permite evaluar el período durante el cual las repercusiones serán sentidas en el componente afectado. La escala de tiempo utilizada es la siguiente:

- Corto Plazo o Temporal (1): Menos de un año
- Mediano Plazo (2): Entre 1 y 5 años
- Largo Plazo (3): Entre 5 y 10 años
- Permanente (4): Más de 10 años

Intensidad (I)

La intensidad del impacto expresa la importancia relativa de las consecuencias que tendrá la alteración del componente ambiental. La intensidad se define como la interacción entre el Grado de Perturbación y el Valor Ambiental/Importancia Social.

- **Grado de Perturbación:** Valora la amplitud de la perturbación en las características estructurales y/o funcionales del componente ambiental. Posee los siguientes rangos de valoración:

- **Fuerte:** modifica totalmente las características propias del componente ambiental analizado.
 - **Medio:** modifica parcialmente las características del componente ambiental analizado.
 - **Suave:** modifica de manera levemente perceptible las características del componente ambiental analizado.
- **Valor Ambiental:** Dice relación con la importancia ambiental de una unidad territorial o un elemento del medio ambiente o, con la importancia (medida como respuesta de las partes involucradas o por juicio experto) que el impacto pueda revestir, en el ámbito social, económico o legal. Sus rangos son:
 - **Importante:** el impacto es crítico para mantener procesos ecológicos esenciales, o se ha identificado como de máxima importancia para la mayoría de los afectados o para el patrimonio nacional.
 - **Medianamente Importante:** el impacto es crítico en la amenaza de especies aisladas, unidades territoriales de extensiones moderadas, o es de importancia para más de un tercio de la población afectada.
 - **No Importante:** el impacto no reviste riesgos perceptibles para el componente en análisis o no es considerado de relevancia por los afectados o por expertos.

Determinación de la Intensidad

| GRADO PERTURBACIÓN | VALOR AMBIENTAL/IMPORTANCIA SOCIAL | | |
|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|
| | Importante | Medianamente Importante | No Importante |
| Fuerte | Muy Alta (5) | Alta (4) | Media (3) |
| Medio | Alta (4) | Media (3) | Baja (2) |
| Suave | Media (3) | Baja (2) | Muy Baja (1) |

Fuente: Elaboración SRK, 2003

Reversibilidad (R)

Reversible (1) : el impacto es reversible si la alteración puede ser asimilada por el entorno, debido al funcionamiento de procesos naturales y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Recuperable (2): cuando la alteración puede ser revertida por acciones correctoras.

Irrecuperable (3): impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y tampoco mediante acciones correctoras.

Probabilidad de Ocurrencia (PO)

Cierto (4) : el impacto ocurrirá con una probabilidad superior al 80%.

Probable (3) : el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 80% y 50%.

Desconocido (2): se desconoce la probabilidad de ocurrencia del impacto.

Improbable (1): el impacto ocurrirá con una probabilidad menor al 50%.

6.2.2.2 Evaluación de la Significancia de los Impactos

La evaluación de la Significancia de los impactos es una reflexión del juicio del evaluador, que usa una escala de valorización previamente definida como pauta de evaluación. Los valores de significancia adquiridos pueden corresponder directamente a la sumatoria de los valores asignados a los criterios de evaluación o ser ajustados según la experiencia y conocimiento del evaluador, para dar un rango de importancia relativa y global y poder definir la severidad de cada impacto. Este criterio corresponde al juicio conclusivo emitido para cada impacto identificado y valorado. SRK estima que la importancia social asociada a aspectos del proyecto es un elemento relevante en la evaluación de la Significancia, de ahí la inclusión del criterio "Valor Ambiental/ Relevancia Social" en la fase de valoración ambiental.

De acuerdo a los rangos de las variables de evaluación, se ha determinado la siguiente escala numérica para representar el juicio valórico del evaluador.

| | | |
|--------------|---|----------------|
| Baja | : | 5 - 9 |
| Media | : | 10 - 14 |
| Alta | : | 15 - 18 |

Con el fin de que quede claramente establecido el valor de la significancia, se ha desarrollado una descripción verbal de la evaluación y la justificación de sus conclusiones, mediante la elaboración de Fichas de Evaluación para cada impacto identificado.

Para la evaluación del medio humano, se han utilizado los mismos criterios, pero se ha tenido en consideración la Guía de Criterios para Evaluar la Alteración Significativa de los Sistemas de Vida y Costumbres de los Grupos Humanos en Proyectos o Actividades que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. (SEIA). CONAMA (2006). Los impactos se han identificado en base a las dimensiones establecidas por este documento.

6.3 Evaluación de Impactos

6.3.1 Identificación de Fuentes Potenciales de Impacto Ambiental

Las fuentes potenciales generadoras de impacto ambiental corresponden a las distintas actividades, obras y operaciones que se realizarán como parte del proyecto, durante su etapa de construcción, operación y cierre, las que pueden generar algún grado de perturbación o alteración del medio ambiente respecto de sus características de línea de base. Estas actividades están descritas en la Sección 2 (Descripción del Proyecto) del presente EIA. Un resumen de estas actividades se indica en la Tabla 6.3.1-1.

Tabla 6.3.1-1: Actividades del Proyecto

| Área | Actividad |
|-------------|-------------------------------------------|
| Accesos | Mejoramiento puntual camino existente |
| | Transporte insumos, personal |
| Plataformas | Habilitación huellas conexión plataformas |
| | Nivelación terreno |
| | Movimientos de Tierra |
| | Operación máquina sondaje |
| | Abastecimiento de Agua |
| | Generación de residuos |

La Tabla 6.3.1-2 muestra la identificación de componentes ambientales potencialmente impactados por las actividades del proyecto o sujetos a riesgos.

6.3.2 Evaluación Impactos Medio Físico y Biológico

En este apartado se presentan los criterios utilizados y resultados obtenidos de la evaluación de impacto del proyecto, realizado en función de la metodología señalada en el punto 3.1, para los componentes del medio físico y biológico.

Los componentes ambientales que pudieran verse afectados por las potenciales fuentes de impacto descritas anteriormente o sujetos a riesgos, se indican en la Tabla 6.3.2-1

En La Tabla 6.3.2-2 se muestra la evaluación de los impactos ambientales identificados para el medio físico, biológico y construido. En esta se señala el componente ambiental, el área del proyecto, actividades, potencial impacto, y la calificación de los distintos criterios de evaluación.

Tabla 6.3.1-2: Identificación Componentes Ambientales Potencialmente Impactados o Sujetos a Riesgos

| Componentes | Impactos/Riesgos | Fuentes Potenciales de Riesgo Ambiental | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | | Construcción | | | | | Operación | | | | Cierre | | |
| | | Mejoramiento camino de acceso | Habilitación huellas internas acceso plataformas | Nivelación de terreno para plataformas | Movimientos de Tierra | Transporte insumos y personal | Presencia de Personal | Operación máquinas sondaje | Abastecimiento de agua | Presencia de personal | Transporte de personal, muestras y desechos | Nivelación sector plataformas | Transportes |
| Ruido | Alteración nivel de ruido | I | I | I | I | I | | I | | | I | I | I |
| Calidad del Aire | Alteración calidad del aire | I | I | I | I | I | | | | | I | I | I |
| Geomorfología | Modificación del relieve | | | I | | | | | | | | I | |
| Suelos | Pérdida de suelos | | I | I | I | | | | | | | | |
| | Contaminación de suelos | | | | | | | | | | | | |
| Recursos Hídricos Superficiales | Afectación caudal quebrada de Catanave | | | | | | | I | | | | | |
| | Contaminación de agua | | | | | | | | | | | | |
| Recursos Hídricos Subterráneos | Intercepción de napas | | | | | | R | | | | | | |
| Flora y Vegetación Terrestre | Pérdida de cobertura vegetal | I | I | I | I | | | | | | | | |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | I | I | I | I | | | | | | | | |
| Flora y Fauna Acuática | Contaminación del bofedal | | | | | | | | | | | | |
| Fauna Terrestre | Modificación de hábitat | I | I | I | I | I | | I | | | I | | I |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | I | I | I | I | I | | I | | | I | | I |
| | Alteración de hábitos | I | I | I | I | I | I | I | | I | I | | I |
| Patrimonio Cultural | Alteración o pérdida del patrimonio cultural | R | | | | | I | | | I | | | |
| Paisaje | Alteración del paisaje | | | | | | | I | | | | | |

I Impacto
R Riesgo

Tabla 6.3.2-1: Matriz de Impacto Ambiental – Medio Físico, Biológico y Construido

| Componente Ambiental | Fuente de Impacto | | Impacto | Etapa | C | Magnitud del Impacto | | | | | Impacto Resultante | Relevancia |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|---|---|---|----|--------------------|------------|
| | Area | Actividad | | | | D | E | I | R | PO | | |
| Calidad del Aire | Accesos | Mejoramiento puntual accesos | Alteración calidad del aire | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | Baja |
| | | Transporte de Insumos, personal | | Construcción/ Operación/Cierre | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 8 | Baja |
| | Plataformas | Habilitación Huellas Conexión plataformas | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Nivelación terreno | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Movimiento de Tierra | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Operación máquina sondaje | | Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 | Baja |
| Ruido y Vibraciones | Accesos | Mejoramiento puntual accesos | Alteración nivel de ruido | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 | Baja |
| | | Transporte de Insumos, personal | | Construcción/ Operación/Cierre | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | Plataformas | Habilitación Huellas Conexión plataformas | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Nivelación terreno | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Movimiento de Tierra | | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | | Operación máquina sondaje | | Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| Geomorfología | Plataformas | Nivelación terreno | Modificación del relieve | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 8 | Baja |
| Recursos Hídricos Superficiales | Plataformas | Abastecimiento de Agua | Alteración Caudal quebrada Catanave | Operación | - | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 8 | Baja |
| Suelos | Plataformas | Habilitación huellas conexión plataformas | Pérdida de suelos | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 | Baja |
| | | Nivelación de terreno | | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 | Baja |
| Flora y Vegetación Terrestre | Acceso | Mejoramiento puntual accesos | Pérdida cobertura vegetal | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 | Baja |
| | | | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 | Baja |
| | Plataformas | Habilitación huellas conexión plataformas | Pérdida cobertura vegetal | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 | Baja |
| | | | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 | Baja |
| | | Nivelación de terreno | Pérdida cobertura vegetal | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 | Baja |
| | | | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 | Baja |
| | Accesos y Plataformas | Personal | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción/ Operación /Cierre | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 | Baja |
| | Fauna Terrestre | Accesos y Plataformas | Habilitación huellas conexión plataformas y mejora puntual accesos | Modificación de hábitat | Construcción | - | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 15 |
| Amenaza especies con problemas de conservación | | | | Construcción | - | 1 | 2 | 5 | 2 | 3 | 13 | Media |
| Plataformas | | Nivelación de terreno | Modificación de hábitat | Construcción | - | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 11 | Media |
| | | | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 12 | Media |
| | | Perforación de sondajes | Alteración de hábitos | Operación | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 | Baja |
| | | Transporte de Personal e insumos | | Construcción/ Operación/Cierre | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 | Baja |
| Accesos y Plataformas | | Personal | Construcción/ Operación /Cierre | - | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 11 | Media | |
| Arqueología | | Accesos | Presencia de Personal | Alteración patrimonio cultural | Construcción/ Operación / Cierre | - | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 11 |
| Paisaje | Plataformas | Plataformas y operación de sondajes | Alteración paisaje | Construcción/Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 | Baja |

C: Carácter; D: Duración; E: Extensión; I: Intensidad; R: Reversibilidad; PO: Probabilidad de Ocurrencia

 Baja  Medio  Alto

A continuación se describe el impacto ambiental generado sobre los componentes ambientales del proyecto por las distintas etapas de éste.

6.3.2.1 Componente Calidad del Aire

| Actividad | Impacto | Etapas | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Mejoramiento puntual accesos | Alteración calidad del aire | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| Transporte de insumos, personal | Alteración calidad del aire | Construcción/Operación/Cierre | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 8 |
| Habilitación huellas conexión plataformas | Alteración calidad del aire | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Nivelación terreno | Alteración calidad del aire | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Movimiento de tierra | Alteración calidad del aire | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Operación máquina sondaje | Alteración calidad del aire | Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 |

Impacto: *Alteración Calidad del Aire por Transporte de Insumos y personal / Etapas de Construcción y Operación.*

En la etapa de Construcción y Operación, se generarán emisiones de material particulado debido a la circulación de vehículos y camiones en caminos de tierra para el transporte de personal, de insumos.

Estas emisiones se consideran de poca significancia dado que serán temporales (15 días etapa de construcción y cinco meses etapas de Operación y Cierre), serán esporádicas y mínima.

Durante la construcción el transporte de personal e insumos, será una vez al día. En operación, para transporte de personal se realizará un viaje por turno, es decir dos viajes diarios, y para el transporte de insumos se realiza un viaje para el abastecimiento de agua (sólo al interior del área del proyecto) y otro para el abastecimiento de combustible. Por lo tanto se realizan en total 4 viajes diarios.

Por otra parte para evitar el levantamiento de polvo, el proyecto considera el riego del camino sin pavimentar. Es importante considerar que en el sector en que se emplaza el proyecto no existe población, la casa más cercana se localiza a 11 km del proyecto.

Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior este impacto se califica como negativo, con intensidad leve, con riesgo de ocurrencia poco probable, de extensión local, con duración temporal, y de desarrollo rápido y reversible

Impacto: *Alteración de Calidad del Aire por Habilitación de Huellas, Nivelación de Terreno y Movimiento de Tierra / Etapas de Construcción.*

En etapa de Construcción se generan emisiones de material particulado debido a los movimientos de tierra producto de las excavaciones de material para la construcción de las piscinas, y emisiones de gases producto de la operación de maquinaria, utilizada para la habilitación de huellas y construcción de plataformas y piscinas.

Estas emisiones se consideran de poca significancia dado que serán temporales (15 días), esporádicas y mínimas. Es importante destacar que no existe población cercana al área del proyecto y que el transporte de insumos y de personal se realiza una vez al día

Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior este impacto se califica como negativo, con intensidad leve, con riesgo de ocurrencia poco probable, de extensión local, con duración temporal, y de desarrollo rápido y reversible.

Impacto: *Alteración Calidad del Aire por Operación de Máquina de sondajes/Etapa de Operación.*

Durante la etapa de Operación se generarán emisiones de gases de combustión por la operación de la máquina de sondajes. Los sondajes son del tipo diamantina, por lo tanto no generan emisiones de material particulado. La máquina de sondajes operará esporádicamente en un período de 12 horas diarias durante cinco meses.

Estas emisiones se consideran de poca significancia, dado que son temporales, mínimas y esporádicas, y no se encuentra población cercana al área del proyecto.

Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior este impacto se califica como negativo, de baja intensidad, con riesgo de ocurrencia cierto, de extensión puntual, con duración temporal, y de desarrollo rápido y reversible.

6.3.2.2 Componente Ruido

| Actividad | Impacto | Etapas | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Mejoramiento puntual accesos | Alteración nivel de ruido | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| Transporte de insumos, personal | Alteración nivel de ruido | Construcción/Operación/Cierre | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Habilitación huellas conexión plataformas | Alteración nivel de ruido | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Nivelación terreno | Alteración nivel de ruido | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Movimiento de tierra | Alteración nivel de ruido | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |
| Operación máquina sondaje | Alteración nivel de ruido | Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 |

Impacto: *Alteración Nivel de Ruido por Transporte de Insumos y Personal / Etapas de Construcción, Operación y Cierre.*

Durante la etapa de Construcción, Operación y Cierre se pueden generar emisiones de ruido por transporte de personal e insumos.

Estas emisiones se consideran de poca significancia dado que serán temporales (15 días etapa de construcción y cinco meses etapas de Operación y Cierre), serán esporádicas y mínima. Durante la construcción el transporte de personal e insumos, será una vez al día. En operación, para transporte de personal se realizará un viaje por turno, es decir dos viajes diarios, y para el transporte de insumos se realiza un viaje para el abastecimiento de agua (sólo al interior del área del proyecto) y otro para el abastecimiento de combustible. Por lo tanto se realizan en total 4 viajes diarios.

En el sector en que se emplaza el proyecto no existe población, y existe una única vivienda en la ruta de transporte del proyecto, la que se localiza a 11 km del área del proyecto.

Por lo tanto, este impacto se califica como negativo, de intensidad baja, con probabilidad de ocurrencia cierta, de extensión puntual, con duración temporal y de desarrollo rápido y reversible

Impacto: *Alteración Nivel de Ruido por Habilitación de Huellas Conexión Plataformas, Nivelación de Terreno y Movimiento de Tierra/ Etapa de Construcción*

Durante la etapa de construcción se generarán emisiones de ruido relacionadas con la operación de maquinaria utilizada para la nivelación de terrenos y movimiento de tierra. Estas emisiones se generarán durante 15 días en forma esporádica, y a una distancia de 11 km del caserío más cercano al área del proyecto. En el caso de los operadores de maquinaria se considera la utilización de protectores auditivos.

Esta emisión se consideran de poca significancia dado que serán temporales, esporádicas y mínima, calificándose el impacto como negativo, de intensidad baja, con probabilidad de ocurrencia cierta, de extensión puntual, con duración temporal y de desarrollo rápido y reversible

Impacto: *Alteración Nivel de Ruido por Operación Máquina de Sondaje/ Etapa de Construcción*

Durante la etapa de operación se generarán emisiones de ruido producto de la operación de la máquina de sondaje. Esta operará esporádicamente en un período de 12 horas diarias, durante cinco meses.

Estas emisiones se consideran de poca significancia, dado que son temporales, mínimas y esporádicas, y no se encuentra población cercana al área del proyecto. Por lo tanto este impacto se califica como negativo, de intensidad baja, con probabilidad de ocurrencia cierta, de extensión puntual, con duración temporal y de desarrollo rápido y reversible

6.3.2.3 Componente Geomorfología

| Actividad | Impacto | Etapa | C | D | E | I | R | PO | Res |
|--------------------|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Nivelación terreno | Modificación del relieve | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 8 |

Impacto: *Modificación de Relieve por Nivelación de Terreno / Etapa de Construcción*

Debido a la construcción de plataformas, se requerirá realizar la nivelación del terreno en las áreas donde se localizarán las plataformas. Esta actividad se realizará en forma previa al inicio de cada sondaje y corresponde a la nivelación de un terreno de unos 12 metros de ancho y 10 metros de largo, en donde se instalará la máquina de sondajes. Una vez finalizada las actividades de perforación, se restituirá el relieve del área con el material extraído previamente en los movimientos de tierra realizados.

Dado lo anterior, este impacto es de carácter negativo, con extensión puntual de corta duración dado que la vida útil del proyecto es de cinco meses, de baja intensidad, de desarrollo recuperable y con probabilidad de ocurrencia probable. Por lo tanto este impacto califica de baja significancia.

6.3.2.4 Componente Recursos Hídricos Superficiales

| Actividad | Impacto | Etapa | C | D | E | I | R | PO | Res |
|------------------------|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Abastecimiento de agua | Alteración caudal quebrada Catanave | Operación | - | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 |

Impacto: Afectación Caudal Quebrada Catanave-Etapa de Operación.

Durante la etapa de operación del proyecto se extraerá agua desde la quebrada Catanave en un punto localizado aguas abajo del Bofedal del mismo nombre. El consumo de agua que se requerirá corresponde a un máximo de 0,43 l/s. Esta extracción se realizará en un sector en donde se ha observado escurrimiento durante todo el año. La extracción será sólo durante la etapa de operación cuya vida útil es de cinco meses.

De acuerdo a aforos puntuales que se han realizado en este punto de la quebrada, esta tendría un caudal medio de 51 l/s, por tanto la extracción a realizar sería de un porcentaje de 0,01 % de este caudal. Dicha fuente no se verá afectada dado que la extracción de agua no es constante, sólo se realizará durante el período de operación y es de baja magnitud en relación a lo que escurre habitualmente.

Cabe señalar que los derechos de agua de la fuente que se utilizará para el proyecto pertenecen a la Comunidad Indígena Aymara de Ticnamar, y corresponden a derechos de agua consuntivos y de ejercicio permanente por un caudal de 1,1 l/s (95 7 m³/día). El registro de este derecho en el Conservador de Bienes Raíces se adjunta en Apéndice 2.1. La señalada comunidad le otorgó al Titular del proyecto permiso para uso temporal. Este permiso se adjunta en Apéndice 2.2.

Este impacto se considera de carácter negativo y de baja significancia dado el bajo monto de la extracción y la temporalidad.

6.3.2.5 Componente Suelo

| Actividad | Impacto | Etapa | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-------------------------------------------|-------------------|--------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Habilitación huellas conexión plataformas | Pérdida de suelos | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 |
| Nivelación de terreno | Pérdida de suelos | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 |

Impacto: Pérdida de Suelo por Habilitación de Huella Conexión Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción

Este impacto se refiere principalmente a la ocupación del suelo por las distintas obras a realizar en el área del proyecto, específicamente la habilitación de huellas de conexión con plataformas y las plataformas. El área a utilizar por estas obras es de 1,618 há de un total de 2.600 há que corresponde al área de concesión minera, el detalle se indica en el Capítulo 2: Descripción de Proyecto. Cabe señalar que al cierre del proyecto, el material extraído para la habilitación de plataforma se utilizará para volver a su posición original el sector.

Por otra parte el suelo donde se pretende realizar el proyecto no presenta una aptitud agrícola. Las limitantes más importantes de estos suelos, son las pronunciadas pendientes cercanas al 45%, la topografía de cerros y altas precipitaciones producto del invierno boliviano, la alta pedregosidad y las Clases de Capacidad de Uso principalmente VIII, no arables o de aptitud forestal, destinados preferentemente para la Vida Silvestre. La rocosidad superficial de la mayoría de estos suelos varía entre 0.1 y 5%, por tanto califican como suelos de abundante rocosidad. Así también, su drenaje externo califica como rápido. Los suelos del área del proyecto presentan en superficie texturas gravosas con predominio de gravas medias y gruesas de origen volcánico.

En función de lo anterior, este impacto se considera de carácter negativo, con extensión puntual, de duración temporal, de muy baja intensidad, de desarrollo rápido y recuperable. Por lo tanto, este impacto se considera de baja significancia.

6.3.2.6 Componente Flora y Vegetación Terrestre

| Actividad | Impacto | Etapas | C | D | E | I | R | PO | Rel |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Habilitación huellas conexión plataformas y mejora puntual acceso | Pérdida cobertura vegetal | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 |
| Nivelación de terreno | Pérdida cobertura vegetal | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 |
| Personal | Amenaza especies con problemas de conservación | Construcción/ Operación /Cierre | - | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 9 |

Impacto: Pérdida de Cobertura Vegetal por Habilitación de Huellas de Conexión Plataformas y Nivelación de Terreno para Plataformas / Etapa Construcción.

Durante la etapa de construcción del proyecto el potencial impacto sobre la flora y vegetación estará dado por la habilitación de huellas de acceso y plataformas. La habilitación de la huella de acceso considera la remoción de una superficie de 2,1 ha y las plataformas de 0,084 ha. De acuerdo al estudio de vegetación desarrollado, para la huella de acceso se intervendrá un total de 0,5 há de matorral-pajonal, 0,45 há de suelo desnudo y 1,16 há de pajonal. (Tabla 6.3.2-3).

Tabla 6.3.2-3: Unidades Vegetacionales Intervenidas por Habilitación de Huellas

| Unidad Vegetacional | Superficie Intervenida (há) |
|---------------------|-----------------------------|
| Matorral Pajonal | 0,50 |
| Suelo Desnudo | 0,45 |
| Pajonal | 1,16 |

En relación a las plataformas, éstas involucran la intervención de 0,06 há de pajonal y 0,024 há de suelo desnudo. (Tabla 6.3.2-4).

Tabla 6.3.2-4: Unidades Vegetacionales Intervenidas por Plataformas

| N° Plataforma | Unidad Vegetacional | Superficie Intervenida (há) |
|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 1,2,3,4, y 5 | Pajonal | 0,06 |
| 6 y 7 | Suelo Desnudo | 0,024 |

La vegetación en estado de conservación presente en las unidad vegetacional matorral-pajonal no será intervenida de ninguna manera, ya que el diseño del proyecto ha expresamente evitado estos sectores, y se contará con un biólogo permanente en la etapa de construcción para controlar esta medida.

Dada la baja superficie a intervenir, y a la alta representatividad del pajonal y matorral en el área, el impacto por pérdida de cobertura vegetal, se considera de carácter negativo, con extensión puntual, de duración temporal, de desarrollo irrecuperable, y de baja intensidad. Por lo tanto, este impacto se considera de baja significancia.

Impacto: Amenaza de Especies con Problemas de Conservación por Habilitación de Huellas de Conexión Plataformas y Nivelación de Terreno para Plataformas / Etapa Construcción.

El diseño del proyecto considera la no intervención de vegetación en estado de conservación presente en el área de estudio (llaretas). Los estudios biológicos desarrollados en el área, sirvieron como base para la definición de la huella de acceso y la localización específica de las Plataformas de Sondaje, de manera de no intervenir vegetación sensible en algún estado de conservación. Igualmente, en la etapa de construcción se contará con un biólogo permanente que supervise los trabajos. Asimismo, las formaciones de bofedal y pajonal hídrico no serán intervenidas por las actividades del proyecto, por cuanto los sectores con este tipo de vegetación fueron expresamente evitados en el diseño del proyecto. (Ver Figura 5.3.1-1).

Dada las consideraciones especiales que se han tenido en cuenta en relación a la no afectación de especies protegidas, este impacto se considera poco probable y ha sido considerado como de baja relevancia.

Impacto: Amenaza Especies con Problemas de Conservación por Presencia de Personal-Etapa Construcción/Operación/Cierre.

Durante la construcción, operación y cierre del proyecto, habrá presencia de personal que pudiese alterar especies en problemas de conservación como la llareta. Para esto, el proyecto ha considerado para sus contratistas un Reglamento Interno destinado al personal que labore en el proyecto y orientado a la protección de los recursos del sector. Igualmente, el tránsito se remitirá al camino y huellas habilitadas, y en el área del proyecto el movimiento de maquinarias y vehículos se realizará sólo al interior de las plataformas, las que estarán cercadas.

Por todo lo indicado anteriormente, se considera que este impacto será temporal, local y poco probable dadas las medidas enunciadas anteriormente.

6.3.2.7 Componente Fauna Terrestre

| Actividad | Impacto | Etapa | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Habilitación huellas conexión plataformas y mejora puntual acceso | Modificación de hábitat | Construcción | - | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 15 |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | | - | 1 | 2 | 5 | 2 | 3 | 13 |
| Nivelación de terreno | Modificación de hábitat | Construcción | - | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 11 |
| | Amenaza especies con problemas de conservación | | - | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 12 |
| Perforación de sondajes | Alteración de hábitos | Operación | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| Transporte de Personal e insumos | Alteración de hábitos | Construcción/Operación/Cierre | - | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 9 |
| Personal | Alteración de hábitos | Construcción/Operación /Cierre | - | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 11 |

Impacto: Modificación de Hábitat por Habilitación de Huellas de Conexión Plataformas-Etapa de Construcción

Se ha considerado que habrá una modificación del hábitat animal, durante el período de habilitación de huellas para la conexión de plataformas, tanto para llegar al sistema de plataformas como entre ellas.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo sobre el hábitat terrestre cuya consecuencia será la disminución de este. Se estima que la extensión del impacto es

importante, ya que la pérdida de una determinada superficie podría generar una presión animal extra sobre el hábitat que queda fuera del área de influencia del proyecto. La intensidad del impacto se ha valorado como importante, ya que el Proyecto se encuentra en un área protegida, es un sitio de condiciones extremas, por lo tanto, el sistema biológico existente está específicamente adaptado a dichas condiciones. Se considera que los efectos de la acción son recuperables después del cierre. La probabilidad de ocurrencia será superior al 80%. Por estos motivos, se considera que este impacto es de significancia alta.

Impacto: Amenaza Especies con Problemas de Conservación por la Habilitación de Huellas de Conexión Plataformas-Etapa de Construcción

Se ha considerado que habrá una amenaza sobre especies de fauna con problemas de conservación, durante el período de habilitación de huellas para la conexión de plataformas, tanto para llegar al sistema de plataformas como entre ellas.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo sobre las especies que habitan los sitios donde se producirán actividades de habilitación de huellas, entre ellas, reptiles como la lagartija rayada nortina, el jaranco de James, y mamíferos como el puma, la vicuña y zorro, que habitan las áreas que serán intervenidas. Se estima que la extensión del impacto es importante, ya que habrá mejoramiento de camino en un sector fuera del área del Proyecto y al interior de éste, además se requerirá de la interconexión entre Plataformas. La intensidad del impacto se ha valorado como importante, ya que el Proyecto se encuentra en un área protegida, y existen en el área animales que fueron el objetivo de la creación de la Reserva Las Vicuñas, además, es un sitio de condiciones extremas, por lo tanto, las especies que habitan en el, están específicamente adaptadas a dichas condiciones, y por otro lado, la intensidad es fuerte ya que se trata de un área prístina, por lo tanto cualquier intervención es significativa. La probabilidad de ocurrencia de mortalidad animal, se ha estimado entre el 50 al 80%, donde el grupo especialmente afectado será aquel que presente la menor movilidad, en este caso, los reptiles. Con estos elementos, el impacto ha sido cuantificado con relevancia media.

Impacto: Modificación de Hábitat por Nivelación de Terreno

Se ha considerado que habrá una modificación del hábitat animal, durante el período de nivelación de las plataformas de sondaje.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo sobre el hábitat terrestre cuya consecuencia será la disminución de este. Se estima que la extensión del impacto es puntual, ya que la pérdida de superficie será mínima y restringida al área de sondaje que no serán más de 400 m cuadrados por plataforma. La intensidad del impacto se ha valorado como medianamente importante, ya que por un lado modifica parcialmente el hábitat (la mayoría de las plataformas están ubicadas en suelo desnudo), y por otro, solo afectaría el paso de especies como la vicuña, puma y zorros, ya que estas áreas son pobres en recursos alimentarios y refugios. Se considera que los efectos de la acción son recuperables después del cierre. La probabilidad de ocurrencia será superior al 80%. Con estos elementos, el impacto ha sido cuantificado de media significancia

Impacto: Amenaza Especies con Problemas de Conservación por Nivelación de Terreno-Etapa de Construcción

Se ha considerado que habrá una amenaza sobre especies de fauna con problemas de conservación, durante el período de nivelación de plataformas.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo sobre las especies que habitan o transitan las áreas donde se implementarán las plataformas, entre ellas, mamíferos

como el puma, la vicuña y zorro. Se estima que la extensión del impacto es localizado al área del Proyecto y no tendrá efectos fuera de este. La intensidad del impacto se ha valorado como alta, ya que el Proyecto podría afectar a especies de mamíferos con problemas de conservación, no obstante, el efecto de riesgo se reducirá al entorno inmediato de las plataformas. Se considera que los efectos de la acción son recuperables con medidas correctoras. La probabilidad de ocurrencia de mortalidad animal, se ha estimado entre el 50 al 80. Por lo anterior, se considera que este impacto es de significancia media.

Impacto: *Alteración de Hábitos por Operación Máquina de Sondajes y Transporte de Insumos y personal*

La operación de la máquina de sondajes, podrá ocasionar molestias y alteración de hábitos a la fauna mayor que circula por los alrededores. Se espera que esta perturbación provoque un alejamiento de fauna, llevándola a ocupar áreas vecinas. El impacto será temporal, y reversible, por lo que se ha evaluado como de baja relevancia.

Impacto: *Alteración de Hábitos por Presencia de Personal / Etapa de Construcción, Operación y Cierre*

Se ha considerado que habrá una alteración de hábitos conductuales de los animales en el entorno de las plataformas, por efecto de la presencia humana.

La actividad producirá, durante el período de operación, un impacto de carácter negativo sobre las conductas o hábitos de especies que habitan o transitan las áreas donde se implementarán las plataformas, especialmente mamíferos como el puma, la vicuña y zorro. Se estima que la extensión del impacto es localizado al área del Proyecto y no tendrá efectos fuera de este. La intensidad del impacto se ha valorado como media, ya que el Proyecto podría afectar a especies de mamíferos con problemas de conservación, no obstante, el efecto de riesgo se reducirá al entorno inmediato de las plataformas. Se considera que los efectos de la acción son recuperables. La probabilidad de ocurrencia de cambios conductuales o de hábitos en los animales mencionados, se ha estimado entre el 50 al 80%. Con estos elementos, el impacto ha sido cuantificado con relevancia media.

6.3.2.8 Arqueología

| Actividad | Impacto | Etapas | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Presencia de Personal | Alteración patrimonio cultural | Construcción/ Operación / Cierre | - | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 11 |

Impacto: *Alteración del Patrimonio Cultural por Presencia de Personal / Etapas de Construcción, Operación y Cierre.*

El personal contratado para el proyecto, puede provocar, por desconocimiento de su importancia, la alteración (por recolección de restos) y/o destrucción parcial o total de las estructuras y objetos que se encuentran presentes en los sitios arqueológicos números 1 y 2, los cuales se encuentran cercanos al camino de acceso al proyecto, en particular el Sitio 1. El proyecto considera el cercado del sitio Catanave 1 para su protección, y la prohibición de accesos a ellos.

Este impacto sobre los sitios arqueológicos ha sido considerado de significancia media, debido principalmente a su incierta probabilidad de ocurrencia y a la relevancia del componente.

6.3.2.9 Componente Paisaje

| Actividad | Impacto | Etapa | C | D | E | I | R | PO | Res |
|-------------------------------------|--------------------|-----------|---|---|---|---|---|----|-----|
| Plataformas y operación de sondajes | Alteración paisaje | Operación | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 7 |

Impacto: *Alteración del Paisaje por Presencia de Plataformas y Operación de Sondajes / Etapa de Operación*

La presencia de la plataforma y la máquina de sondajes, ajenas a los elementos paisajísticos advertidos en el área, ejercerán una modificación de las características de pristinidad del paisaje. Sin embargo, dada la escasa envergadura de las instalaciones del proyecto, la nula visibilidad desde accesos existentes y temporalidad del impacto, este se ha considerado de baja relevancia.

6.3.3 Evaluación de Impactos Medio Humano

En la Tabla 6.3.3-1 se consideran las actividades del proyecto y los impactos que pueden generar sobre el componente socioeconómico durante la construcción y de operación del proyecto.

Tabla 6.3.3-1: Identificación y Valorización de Impactos Aspectos Socioculturales

| Dimensión | Alteración | Fuente de Impacto | Impacto | C | Magnitud del Impacto | | | | | Impacto Resultante | Relevancia |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|---|----------------------|---|---|---|----|--------------------|------------|
| | | | | | D | E | I | R | PO | | |
| Geográfica | Cambio en el uso tradicional de la tierra | Plataformas de sondajes | Deterioro del terreno superficial | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 9 | Baja |
| | Interferencias en usos tradicionales | Transporte de personal e insumos | Alteración accesibilidad | - | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | Baja |
| Antropológica/ Sociocultural | Cambio de la visión de los atributos socioculturales percibidos del entorno | Construcción y operación del proyecto | Alteración de la cosmovisión aymara del territorio | - | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 9 | Baja |
| Económica | Prestación de servicios | Acomodación de personal | Mejoramiento economía familiar | + | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 9 | Baja |

C: Carácter; D: Duración; E: Extensión; I: Intensidad; R: Reversibilidad; PO: Probabilidad de Ocurrencia

 Bajo  Medio  Alto

Impacto: Deterioro Temporal del Terreno Superficial del Sector Catanave Perteneciente a Comunidad Indígena

El área donde se inserta el proyecto involucra un territorio protegido tanto por la Ley Indígena, debido a que el territorio de Catanave corresponde a territorio indígena, como por SNASPE, puesto que ese territorio se encuentra dentro de la Reserva Nacional Las Vicuñas.

Como se señaló en la Línea de Base socioeconómica, la propiedad de las tierras indígenas comunitarias del sector Catanave, se encuentran en litigio.¹ Los problemas legales que aquejan a la propiedad comunitaria en Ticnamar, no permiten definir en esta etapa a los propietarios legítimos afectados por las acciones del proyecto.

Desde el punto de vista del uso tradicional del área de exploración, cabe señalar que éste no presenta usos sociales, culturales o económicos tradicionales ni de ningún orden, por parte de las poblaciones de Ticnamar ni de las comunidades vecinas, que pudieran ir en menoscabo de cualquier actividad que ahí se desarrollara. Tampoco es territorio de tránsito de pastores con su ganado, pues a causa de la altura los animales se devuelven.

En términos del medio físico, las actividades de construcción y operación de la obra provocarán un deterioro temporal del terreno superficial, modificando su categoría de territorio natural y prístino que tiene actualmente, condición altamente valorada por la cosmovisión aymara.

No obstante, por su carácter exploratorio, las actividades de operación y construcción son poco invasivas para el medio ambiente, por lo que se estima que no provocan alteraciones significativas. Por otra parte, en términos de duración, el proyecto tiene un período máximo de 6 meses incluidos la etapa de cierre.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, este impacto se califica de baja significación.

Impacto: Alteración de la Accesibilidad

El tránsito por la Reserva hasta el sitio de obra, se puede considerar como un impacto negativo menor.

Se lo considera negativo porque el territorio no ha sido intervenido previamente por acción humana, hecho relevante dentro de la cosmovisión aymara, pero de categoría menor, por cuanto el trazado no interfiere el tránsito de pastores con sus ganados como lo demuestra la ausencia de caminos troperos que atraviesen el área del proyecto.

Adicionalmente, debido al escaso personal que será necesario movilizar diariamente, una vez en la mañana y otra en la tarde, y desde ahí a las plataformas, no se afectará mayormente la interconectividad para las especies naturales o ganado que ahí se encuentren permitiendo su desplazamiento seguro.

De acuerdo a lo anterior, se considera que este impacto es de baja significación.

Impacto: Alteración de la Cosmovisión Aymara

En el estudio de Línea de Base se pudo vislumbrar la existencia de una cosmovisión particular de la sociedad aymara en relación al territorio alto andino. Los dirigentes de la Comunidad indígena presentaron muestras de religiosidad, aunque con niveles de convicción variable cuya intensidad no fue posible clasificar. No

¹ En la actualidad existe un juicio reivindicatorio de la Comunidad Indígena Aymara de Ticnamar contra la Comunidad Sucesorial Territorial y Administración Proindiviso, por la propiedad del territorio comunitario de Ticnamar.

obstante el proceso aculturativo en que se ha visto envuelta la sociedad aymara chilena, es posible inferir que otros miembros de la sociedad ticomaneña podrían mantener estas creencias, o parte de ellas, o una sensación, o sentimiento base latente en torno a esa cosmovisión que otorga a los elementos de la naturaleza un carácter sagrado y al que se le atribuye poderes y vida espiritual.

La relación que el hombre y la mujer aymara tiene con la naturaleza, debe darse dentro de un contexto de reciprocidad y complementariedad, que si no se respeta tiene consecuencias cósmicas que afectan la salud, la vida y la prosperidad de la comunidad. De esas relaciones estrictas surge el respeto y veneración que deben manifestar hacia los elementos y recursos naturales que son importantes para su existencia.

Por el carácter sagrado que le han atribuido a los elementos del mundo físico que tienen relevancia para su vida, está en el consciente colectivo la idea de que cualquier actividad que rompa el ritmo natural del cosmos traerá perjuicios contra los aymara, de ahí la resistencia a que se intervenga la naturaleza, básicamente, por el temor al poder de las fuerzas cósmicas y los seres tutelares que podrían actuar en su contra.

Por ello, dependerá del grado de adhesión a esta cosmovisión que tenga la Comunidad extendida de Ticnamar, el nivel de impacto que las obras tendrán en su concepción del universo.

No obstante lo anteriormente observado, se puede decir que, ya sea desde una perspectiva religiosa, materialista o ecológica, una exploración minera es una acción menor contra el medio ambiente por lo que se estima, que este es un impacto de baja significación.

Impacto: Mejoramiento de la Economía Familiar por la Prestación de Servicios de Alojamiento y Alimentación

Durante la construcción y operación de la obra se producirá un mejoramiento sustancial (durante 6 meses) de la economía de la familia Quispe de la Comunidad indígena de Saxamar, sector de la quebrada de Chuba, debido a que recibirá honorarios por la prestación de servicios de alojamiento y alimentación a los trabajadores del proyecto de exploración Catanave.

Este impacto tendrá un efecto económico positivo para la familia Quispe, pero se evalúa como de baja relevancia dado que beneficia a un número muy reducido de población.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPLORACIÓN MINERA PROYECTO CATANAVE

CAPÍTULO 9 FICHAS RESUMENES

Tabla de Contenido

| | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1 | Introducción | 9-1 |
| 9.2 | Descripción del Proyecto | 9-2 |
| 9.3 | Plan de Cumplimiento de la Legislación Aplicable | 9-3 |
| 9.4 | Identificación de Impacto Ambiental, Medidas de Manejo y Plan de Monitoreo | 9-9 |

Tablas

| | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 9.2-1: | Ficha N°1 - Antecedentes Descripción del Proyecto | 9-2 |
| Tabla 9.3-1: | Ficha N°2 - Antecedentes Cumplimiento Legislación Aplicable..... | 9-3 |
| Tabla 9.4-1: | Ficha N°3 - Impacto Ambiental, Medidas de Manejo y Seguimiento | 9-9 |

9.1 Introducción

Se presentan a continuación las Fichas Resumen que contienen la información de los capítulos correspondientes a las letras c), d), h) e i) del artículo 12 letra j del Reglamento del SEIA (D.S. N° 95/01 MINSEGPRES).

Los capítulos que se resumen en las secciones siguientes, son:

- Capítulo 2: Descripción de Proyecto
- Capítulo 3: Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable
- Capítulo 7: Plan de Medidas de Mitigación Reparación y/o Compensación
- Capítulo 8: Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales

Estos resúmenes se presentan en las siguientes fichas:

- Ficha N° 1: Antecedentes Descripción de Proyecto (Tabla 9.2-1).
- Ficha N° 2: Antecedentes Plan de cumplimiento Legal (Tabla 9.3-1).
- Ficha N°3: Antecedentes Impacto Ambiental, Manejo Ambiental y Seguimiento (Tabla 9.3-2).

9.2 Descripción del Proyecto

Tabla 9.2-1: Ficha N°1 - Antecedentes Descripción del Proyecto

| FICHA N°1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | | | |
|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Obras/Acciones | Etapas del Proyecto | Descripción | Referencia al EIA (Pag.) |
| Mejoramiento camino de acceso | Construcción | Para mejorar las condiciones de la circulación de vehículos, se mejorará un tramo del camino de acceso, ampliándolo en un tramo de 30 mts, en un máximo de 1 mt. | 2-16 |
| Nivelación de Terreno | Construcción | Para la construcción de las plataformas se requerirá nivelar el terreno realizando movimientos de tierra y rellenos, de esta forma se obtendrá una superficie uniforme. Esta actividad será realizada con bulldozer y motoniveladora. Durante estos trabajos se dará relevancia a no intervenir la flora y vegetación del sector, y se contará con un biólogo que supervise los trabajos | 2-15 |
| Movimiento de Tierra | Construcción | Para la construcción de las piscinas receptoras de los lodos y del agua utilizada en los sondeos, se deberá realizar movimientos de tierra. Esto consiste en la excavación de la piscina, se estima que la cantidad de material a remover por piscina es: 4x4x1,5 (24 m3) o 60 Ton, alcanzando un total, de 420 ton de material a remover para las siete plataformas. | 2-15 |
| Habilitación de Huellas | Construcción | La preparación de la huella se hará mediante un bulldozer DC-6 y una máquina motoniveladora. El material removido por estas labores será acumulado a un costado de la plataforma, de manera de utilizarlo posteriormente en las actividades de cierre y abandono. | 2-15 |
| Perforación | Operación | El sistema consiste en la perforación, mediante una corona diamantada instalada en la punta de la columna de barras de acero, con rotación, carga y fluidos, lo que permite cortar un anillo de roca y recuperar el cilindro central (llamado testigo) dentro de un barril porta-testigo ubicado al interior de la columna de barras. | 2-18 |
| Abastecimiento de Agua | Operación | Para el suministro de agua industrial el titular del proyecto tomará el agua desde la escorrentía del arroyo aledaño al proyecto cuyas coordenadas UTM de localización corresponden a 461.250 Este y 7.950.308 Norte. El derecho de agua para la extracción de este punto se encuentra otorgado a la Comunidad Indígena Aymara de Ticnamar, la que concedió permiso al titular del proyecto para su uso. | 2-21 |
| Disposición de Lodos | Operación | La ejecución de los sondeos producirá un lodo compuesto por agua, roca molida extraída de la propia perforación y aditivos, que es inocuo. Estos lodos serán dispuestos a un costado del respectivo sondeo, en una piscina de decantación impermeabilizada, en el que la roca fragmentada o molida sedimentará y el agua se evaporará. | 2-23 |
| Cierre de Huellas de Acceso | Cierre | Esto se llevará a cabo con el material que se remueva durante la habilitación de las huellas, el cual será acumulado a un costado de la plataforma, de tal manera de poder utilizarlo nuevamente en el sector desde donde se extrajo. | 2-25 |
| Cierre de Sondeos y Plataformas | Cierre | Esto se realizará en primer lugar, retirando los equipos de sondeos y posteriormente desmontando las plataformas. | 2-26 |

9.3 Plan de Cumplimiento de la Legislación Aplicable

Tabla 9.3-1: Ficha N°2 - Antecedentes Cumplimiento Legislación Aplicable

| FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE | | | | | |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
| Normativa General | Construcción Operación Cierre | Constitución Política del Estado | Artículo 19 N° 8 asegura a todas las personas el derecho a vivir en medio ambiente libre de contaminación. | El Proyecto se ajustará a disposiciones de la Constitución Política. La realización de este EIA y su sometimiento al SEIA tienen por objeto contribuir al cumplimiento de esta garantía. | CONAMA |
| | Construcción Operación Cierre | Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América y Ley 18.362 | Define, en su artículo I lo que se entenderá como "Reservas Nacionales", esto es, " <i>Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas</i> ". | La realización de este EIA y el sometimiento al SEIA, tienen por objeto entregar los antecedentes que permitan evaluar que el impacto ambiental se ajustan a las normas ambientales vigentes. | Ministerio de Relaciones Exteriores |
| | Construcción Operación Cierre | Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Ley 19.300/04 | Establece Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y establece que debe someterse al SEIA obras o programas que se ejecuten en Reservas Nacionales. | El Proyecto será sometido al SEIA en atención a que se localizan al interior de la Reserva Nacional de Las Vicuñas, procediendo entonces la presentación. | CONAMA |
| | Construcción Operación | Reglamento del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental, DS N° 95/07 | Establece proyectos que deben someterse al SEIA y criterios de pertinencia de una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental, indicando sus contenidos y define los permisos ambientales sectoriales. | El Proyecto se somete al SEIA con los contenidos exigidos en el artículo 12. | CONAMA |
| Aire | Construcción Operación Cierre | DS N° 59/98 del MINSEGPRES, norma primaria de calidad del aire para material particulado respirable. | Establece norma anual y de 24 horas para material particulado respirable. | El proyecto se localiza alejado de centros poblados, y considera humectación de caminos de acceso durante la operación. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota. |

FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE

| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
|----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Aire | Construcción Operación Cierre | DS N° 144/61 del MINSAL Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza | Establece obligación de adoptar medidas técnicas adecuadas para el control de la contaminación atmosférica. | Se humectarán o regarán a diario los caminos y vías de tierra que se estén utilizando en el área del Proyecto. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| | Construcción Operación | D.S. N° 115/02 del MINSEGPRES Norma primaria de calidad del aire para CO | Establece una norma primaria para monóxido de carbono de 10 ug/m ³ N en 8 horas. | Las emisiones atmosféricas de monóxido de carbono, de carácter menor y temporal, provendrán del funcionamiento de equipos motorizados y serán controladas mediante una adecuada mantención. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| Ruido | Construcción Operación | DS N° 146/1998 del MINSEGPRES Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas. | Establece niveles máximos de presión sonora para las zonas que indica | Se generará ruido por la operación de la maquinaria y equipos utilizados en las perforaciones. El ruido tendrá un radio de influencia en el entorno más próximo al lugar de operación, no existiendo población potencialmente afectada. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| Residuos Sólidos | Construcción Operación Cierre | DS N° 594/2000 del MINSAL Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo | Autorización para acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales no peligrosos. | Los residuos industriales no peligrosos serán acopiados temporalmente durante no más de tres días en un contenedor habilitado. Previo a su disposición final, se informará a la autoridad sanitaria la cantidad y calidad generada. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| | Operación | DS N° 148/04 del MINSAL Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. | Establece condiciones sanitarias y de seguridad mínimas de la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos | El aceite usado será dispuesto en un tambor etiquetado y entregado a una empresa encargada y autorizada para el manejo de residuos peligrosos. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| | Operación | D.S. N°90/1993 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (NCh2190.Of93). | Establece disposiciones sobre los distintivos de seguridad con que deben identificarse los riesgos que presentan las sustancias peligrosas. | El suministro de combustibles será encargado a una empresa autorizada para estos efectos. Esta deberá cumplir con lo establecido en el presente Decreto | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |

FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE

| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Residuos Sólidos | Construcción Operación Cierre | D. S. N° 379/85 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción | Establece requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo | El Proyecto empleará petróleo diesel y bencina sin plomo para sus equipos, maquinaria y vehículos pesados. Su manejo se ejecutará de acuerdo a los requisitos de seguridad en la manipulación de combustible establecidos en esta norma | SEC Región de Arica y Parinacota |
| | Construcción Operación Cierre | DFL N° 725/68, MINSAL Código Sanitario | Regula el tratamiento o la disposición final de los residuos sólidos industriales. | Los trabajadores utilizarán baños químicos. Los desechos líquidos serán retirados para su disposición final por empresas que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. Los lodos provenientes de las actividades de sondaje serán dispuestos en una piscina de decantación impermeabilizada, en la cual los sólidos sedimentan y el agua se evapora. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| | Construcción Operación | DS N° 594/2000, modificación D.S N° 201, MINSAL Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. | Establece que la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria. | En faena se instalarán baños químicos y su mantención será encargada a una empresa especialista en el manejo de estos baños. Los residuos líquidos generados producto de las actividades de perforación serán dispuestos en unas piscinas impermeabilizadas en donde la fracción líquida de los lodos se evaporará. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| Derechos Indígenas | Construcción Operación | D.S. N° 236/2008 del Ministerio de Relaciones Exteriores. Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre "Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes" | Establece un marco de protección de los derechos de los pueblos tribales e indígenas, garantizando el respeto a su integridad | El Proyecto ha considerado los criterios contenidos en el convenio, especialmente en relación a la consulta previa a las comunidades aymaras involucradas. No existen indígenas viviendo en el área del Proyecto. | Estado de Chile Organismos Públicos |
| | Construcción Operación | Ley 19.253/93 Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas | Establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de las etnias indígenas, estableciendo mecanismos de protección de tierras indígenas y autorizaciones para enajenarlas o gravarlas. | Atendidas las características y actividades contempladas en el Proyecto, no se prevén impactos relevantes. Es importante señalar que no existen indígenas viviendo en el área del Proyecto. | Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) |

FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE

| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Arqueología | Construcción Operación Cierre | Ley N° 17.288/70 del MINEDUC Ley de Monumentos Nacionales. | Establece la obligatoriedad de protección de sitios arqueológicos y obligatoriedad de denunciar descubrimientos a Gobernador Provincial. | Los sitios encontrados no serán afectados por el Proyecto. El sitio Catanave 1 será cercado para su protección. En caso que durante faenas de movimiento de tierras se encontrasen ruinas, yacimientos, piezas o objetos de carácter histórico, antropológico, arqueológico o paleontológico, se denunciará el descubrimiento al Gobernador Provincial respectivo. | Consejo de Monumentos Nacionales. |
| Agua Potable | Construcción Operación Cierre | DS N° 594/2000, modificación D.S N° 201, MINSAL Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. | Regula el abastecimiento de agua potable de los trabajadores. | Para el consumo de agua potable se abastecerá el Proyecto con agua envasada, la cual será adquirida de proveedores autorizados de la región, la que además cumplirá con los requisitos establecidos en la Norma Chilena NCH 409: Requisitos de agua potable. Se solicitará la autorización respectiva para una dotación de 30 lt por persona por día. | Autoridad Sanitaria Región de Arica y Parinacota |
| Flora y Fauna | Construcción Operación Cierre | Ley N° 19.473/96, Ministerio de Agricultura, sobre caza y Reglamento Ley de Caza. | Prohíbe la caza o captura de ejemplares en algún estado de conservación o beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, que aporten a la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas. | Se prohibiría al personal la captura o caza de cualquier ejemplar de la fauna silvestre. Asimismo, quedará estrictamente prohibida la destrucción de madrigueras y nidos durante las etapas de construcción, operación y abandono del Proyecto. | Servicio Agrícola y Ganadero |
| | Construcción Operación | D.S. N° 1.427/41, Ministerio de Tierras y Colonización. Reglamento Sobre Explotación de Yareta | No se podrá extraer yareta sin que previamente se haya obtenido el permiso o la concesión correspondiente. Establece requisitos para la explotación y transporte de yaretas. | El emplazamiento de las plataformas y la huella de acceso se ha diseñado de manera tal de evitar la afectación de las llaretas, sin que se requiera la extracción de ninguna especie. | Carabineros de Chile |
| | Construcción Operación Cierre | DS N° 212/81, Ministerio de Relaciones Exteriores Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña | Establece obligaciones para los gobiernos comparecientes en orden a cuidar y proteger a esta especie. | El desarrollo de una exploración minera en la Reserva Nacional Las Vicuñas no se contraponen con los intereses del citado Convenio, y por consiguiente sería posible desarrollar sus actividades de exploración minera cumpliendo con el ordenamiento jurídico vigente | Ministerio de Relaciones Exteriores. |

FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE

| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Transporte | Operación | D.S. N° 75/87, MOP Establece condiciones para el transporte de cargas que indica | Regula las condiciones del transporte de carga. | El Proyecto contempla transporte de testigos, el que se realizará en vehículos adecuados que cuenten con cierre hermético de la puerta trasera, para evitar derrame de material durante su recorrido. | Carabineros de Chile Fiscalizadores Municipales |
| | Construcción Operación Cierre | D.F.L. N° 850/97 MOP Ley de Caminos. | Regula pesos máximo para la circulación de vehículos por caminos públicos | El Proyecto dará cumplimiento a lo establecido en esta norma, para lo cual se utilizarán en caso necesario camiones con multiejes. | Dirección de Obras Públicas |
| | Construcción Operación Cierre | Res. N° 1/95, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. | Establece que los vehículos que circulen en la vía pública no podrán exceder de las dimensiones que indica, en cuanto al ancho, largo y alto máximo. | El Proyecto dará cumplimiento a lo establecido en esta norma, para lo cual se utilizarán vehículos que no excedan las dimensiones que indica, en cuanto al ancho, largo y alto máximo. | Carabineros de Chile Inspectores Dirección de Vialidad |
| | Construcción Operación Cierre | D.S. N° 298/95 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. | Regula los procedimientos para el transporte de sustancias peligrosas por calles y caminos. | El transporte de sustancias peligrosas a utilizar en el Proyecto será realizado por empresas autorizadas, a las que se les exigirá el cumplimiento cabal de este reglamento. | Carabineros de Chile Inspectores Dirección de Vialidad |
| Áreas Protegidas | Construcción Operación Cierre | Resolución 374/98, MINAGRI Aprueba Plan de Manejo Reserva Nacional Las Vicuñas. | Establece condiciones de manejo de la Reserva Nacional Las Vicuñas | Durante todas las etapas del proyecto se dará cumplimiento a lo establecido en el Plan de Manejo de la Reserva. | CONAF |
| | Construcción Operación Cierre | D.S. N° 29/83, MINAGRI. Crea Reserva Nacional Las Vicuñas. | Declara Reserva como área de interés científico para efectos mineros. | El proyecto se desarrollará en un área considerada como de interés científico para efectos mineros, por lo que queda amparado por el cuerpo legal mencionado. | CONAF |
| PAS | Construcción Operación Cierre | Art.17 N° 2 de la Ley N° 18.248 Código de Minería | La ejecución de labores mineras en Reservas Nacionales requiere de la autorización Presidente de la República | Los antecedentes requeridos para su otorgamiento se encuentran desarrollados en este Estudio. PAS 86 | COREMA |

FICHA N°2: CUMPLIMIENTO LEGISLACIÓN APLICABLE

| Componente Ambiental/ Parámetro | Etapas del Proyecto | Legislación | Materia | Forma de Cumplimiento | Organismo Fiscalizador |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| PAS | Construcción Operación Cierre | D.S. N° 29 de 1983. Según artículo 17 N° 6 de la Ley N° 18.248, Código de Minería | La ejecución de labores mineras en Reservas Nacionales requiere de la autorización del Intendente de la Región de Arica y Parinacota | Los antecedentes requeridos para su otorgamiento se encuentran desarrollados en este Estudio. PAS 87 | COREMA |
| | Operación | Ley N° 4.601. Según artículo 9, Servicio Agrícola Ganadero | La caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas requiere permisos SAG | Los antecedentes para la captura de especies de reptiles para su traslado, han sido descritos en este Estudio. PAS 99 | SAG |

9.4 Identificación de Impacto Ambiental, Medidas de MaNejo y Plan de Monitoreo

Tabla 9.4-1: Ficha N°3 - Impacto Ambiental, Medidas de Manejo y Seguimiento

| FICHA N° 3: IMPACTO AMBIENTAL, MEDIDAS Y MONITOREO | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Componente Ambiental | Etapas del Proyecto | Obra/Acción | Impacto Ambiental | Medida de Manejo | Plan de Monitoreo | Referencia al EIA (Pags.) |
| Calidad del Aire | Construcción | Habilitación huellas conexión plataformas/mejora acceso | Alteración de baja magnitud, temporales (15 días), esporádicas y reversibles | El proyecto considera el riego de los sectores de movimiento de tierra. En operación se humectarán las huellas entre plataforma. | | 7-2 |
| | Construcción | Nivelación terreno | | | | |
| | Construcción | Movimiento tierra | | | | |
| | Construcción / Operación / Cierre | Transporte insumos y personal | Alteración de baja magnitud, temporal (5 meses), tránsito máximo de 4 viajes diarios. | | | |
| Ruido | Construcción | Habilitación huellas conexión plataformas/mejora acceso | Alteración de baja magnitud, temporales (15 días), esporádicas y reversibles | | | |
| | Construcción | Nivelación terreno | | | | |
| | Construcción | Movimiento tierra | | | | |
| | Construcción / Operación / Cierre | Transporte insumos y personal | Alteración de baja magnitud, temporal (5 meses), tránsito máximo de 4 viajes diarios. | | | |
| | Operación | Operación maquina sondaje | Alteración de baja magnitud, temporal (cinco meses), esporádicas, puntuales y no afectan población | | | |
| Geomorfología | Construcción | Nivelación terreno | Alteración de baja relevancia dada lo puntual y escasa magnitud de las obras. | | Registro Fotográfico | |
| Recursos hídricos superficiales | Operación | Abastecimiento de agua | Alteración de baja relevancia dada la frecuencia, temporalidad y monto de extracción | | Plan de monitoreo de calidad de agua | 9-9 |
| Suelos | Construcción | Habilitación huella conexión plataforma | Alteración de baja magnitud, baja superficie afectada y principalmente suelos clase VIII. | | Registro Fotográfico | |
| | Construcción | Nivelación terreno | | | | |

FICHA N° 3: IMPACTO AMBIENTAL, MEDIDAS Y MONITOREO

| Componente Ambiental | Etapas del Proyecto | Obra/Acción | Impacto Ambiental | Medida de Manejo | Plan de Monitoreo | Referencia al EIA (Pags.) |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|
| Flora y vegetación terrestre | Construcción | Habilitación huella conexión plataforma/mejora acceso | Pérdida de cobertura vegetal y amenaza especies con problemas de conservación, en particular llareta. Superficie a intervenir de 2,2 ha, de matorral-pajonal (0,5 ha), pajonal (1,22) y suelo desnudo (0,5). | Para el diseño del proyecto, se consideró la no intervención de áreas con presencia de llareta. Habrá un biólogo presente durante toda la construcción | Registro Fotográfico | 7-2 7-7 |
| | Construcción | Nivelación terreno | | | | |
| | Construcción / Operación / Cierre | Personal | Amenaza especies con problemas de conservación | Sólo se permitirá el tránsito por los caminos habilitados Reglamento Interno para Contratistas | | |
| Fauna Terrestre | Construcción | Habilitación huella conexión plataforma/mejora acceso | Modificación de hábitat y amenaza especies con problemas de conservación | Presencia de biólogo durante construcción y Cierre | Monitoreo de reptiles en áreas de relocalización | 7-2 7-3 7-7 8-1 |
| | Construcción | Nivelación terreno | | Se rehabilitará terreno en cierre | | |
| | Construcción / Operación / Cierre | Transporte de personal e insumos | Alteración de hábitos de especies de fauna | Reglamento Interno para Contratistas Tránsito sólo por caminos habilitados Rescate de reptiles con problemas de conservación | | |

FICHA N° 3: IMPACTO AMBIENTAL, MEDIDAS Y MONITOREO

| Obra/Acción | Impacto Ambiental | Medida de Manejo | Plan de Monitoreo | Referencia al EIA (Pags.) | Plan de Monitoreo | Referencia al EIA (Pags.) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Fauna Terrestre | Operación | Perforación sondajes | Alteración de hábitos de especies de fauna | Se cercaran cada una de las plataformas de sondajes Reglamento Interno para Contratistas | Registro Fotográfico | 7-2 |
| | Construcción Operación / Cierre | Personal | Alteración de hábitos de especies de fauna | | | 7-3 7-7 8-1 |
| Arqueología | Construcción / Operación / Cierre | Personal | Alteración o pérdida de patrimonio cultural, especialmente sitio más cercanos a camino (1) | Cercado de Sitio Catanave1 Reglamento Ambiental Interno para Contratistas | Registro Fotográfico | 7-4 7-7 |
| Paisaje | Construcción / Operación | Nivelación terreno y operación perforación | Alteración del paisaje | | Registro Fotográfico | |
| Dimensión Geográfica | Construcción / Operación / Cierre | Plataformas y huellas conexión | Cambio en el uso tradicional de la tierra. No hay uso productivo del sector por población aymara | Información a comunidades aymaras propietarios del territorio de las obras del proyecto Visita en operación y cierre | | 7-4 |
| | | Transporte de personal e insumos | Alteración accesibilidad | | | |
| Dimensión Antropológica / Sociocultural | Construcción / Operación / Cierre | Construcción y operación del proyecto | Alteración de la cosmovisión aymara | | | |
| Dimensión Económica | Construcción / Operación / Cierre | Personal | Mejoramiento economía familiar | | | |