

CALIFICA AMBIENTALMENTE PROYECTO QUE
INDICA

RESOLUCIÓN EXENTA N° 000082

Iquique, 05 SET. 2011

VISTOS ESTOS ANTECEDENTES:

1. Lo dispuesto en el artículo 19 N° 8, de la Constitución Política de la República de Chile, en la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el artículo 2 del D.S. N° 95, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental;
2. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2", y sus Adendas, presentada por el Señor Rüdiger Trenkle -, en representación de GGE CHILE SpA al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA);
3. Las observaciones y pronunciamientos de los órganos de la administración del Estado, que en virtud de sus competencias, participaron en la evaluación del EIA y sus Adendas, las cuales se contienen en los siguientes documentos:

3.1. Con relación al Estudio de Impacto Ambiental:

Oficio N°006/2011 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional de Vialidad, Región de Tarapacá, con fecha 26/01/2011; Oficio N°036 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional de Turismo, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°056 sobre el EIA, publicado por Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Región de Tarapacá, con fecha 21/02/2011; Oficio N°28 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°42 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional, CONAF, Región de Tarapacá, con fecha 14/02/2011; Oficio N°73 sobre el EIA, publicado por SEREMI de Agricultura, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°115 sobre el EIA, publicado por SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°170 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional, SERNAGEOMIN, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°204 sobre el EIA, publicado por SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones, Región de Tarapacá, con fecha 23/02/2011; Oficio N°246 sobre el EIA, publicado por SEREMI Energía Tarapacá, con fecha 14/02/2011; Oficio N°269 sobre el EIA, publicado por SEREMI de Bienes Nacionales, Región de Tarapacá, con fecha 04/02/2011; Oficio N°277 sobre el EIA, publicado por SEREMI de Salud, Región de Tarapacá, con fecha 15/02/2011; Oficio N°875 sobre el EIA, publicado por Consejo de Monumentos Nacionales, con fecha 15/02/2011; Oficio N°360057111 sobre el EIA, publicado por Dirección Regional SERNAPESCA, Región de Tarapacá, con fecha 28/01/2011;

3.2. Con relación al Informe de Respuestas al 1° Consolidado de Aclaraciones, Rectificaciones y Ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental:

Oficio N°027/2011 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional de Vialidad, Región de Tarapacá, con fecha 28/04/2011; Oficio N°082 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional de Turismo, Región de Tarapacá, con fecha 04/05/2011; Oficio N°8-EA/2011 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional, CONAF, Región de Tarapacá, con fecha 05/05/2011; Oficio N°78 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá,

con fecha 05/05/2011; Oficio N°181 sobre la Adenda 1, publicado por Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Región de Tarapacá, con fecha 10/05/2011; Oficio N°183 sobre la Adenda 1, publicado por SEREMI de Agricultura, Región de Tarapacá, con fecha 19/04/2011; Oficio N°258 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional SAG, Región de Tarapacá, con fecha 05/05/2011; Oficio N°369 sobre la Adenda 1, publicado por SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región de Tarapacá, con fecha 05/05/2011; Oficio N°607 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional, SERNAGEOMIN, Región de Tarapacá, con fecha 05/05/2011; Oficio N°628 sobre la Adenda 1, publicado por SEREMI Energía Tarapacá, con fecha 03/05/2011; Oficio N°790 sobre la Adenda 1, publicado por SEREMI de Salud, Región de Tarapacá, con fecha 06/05/2011; Oficio N°1068 sobre la Adenda 1, publicado por SEREMI de Bienes Nacionales, Región de Tarapacá, con fecha 04/05/2011; Oficio N°2560 sobre la Adenda 1, publicado por Consejo de Monumentos Nacionales, con fecha 13/05/2011; Oficio N°360273011 sobre la Adenda 1, publicado por Dirección Regional SERNAPESCA, Región de Tarapacá, con fecha 18/04/2011;

3.3. Con relación al Informe de Respuestas al 2° Consolidado de Aclaraciones, Rectificaciones y Ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental:

Oficio N°9-EA/2011 sobre la Adenda 2, publicado por Dirección Regional, CONAF, Región de Tarapacá, con fecha 06/07/2011; Oficio N°119 sobre la Adenda 2, publicado por Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá, con fecha 06/07/2011; Oficio N°281 sobre la Adenda 2, publicado por Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Región de Tarapacá, con fecha 06/07/2011; Oficio N°341 sobre la Adenda 2, publicado por Dirección Regional SAG, Región de Tarapacá, con fecha 16/06/2011; Oficio N°1101 sobre la Adenda 2, publicado por Dirección Regional, SERNAGEOMIN, Región de Tarapacá, con fecha 06/07/2011; Oficio N°1212 sobre la Adenda 2, publicado por SEREMI de Salud, Región de Tarapacá, con fecha 05/07/2011; Oficio N°3424 sobre la Adenda 2, publicado por Consejo de Monumentos Nacionales, con fecha 08/07/2011;

3.4. Con relación al Informe de Respuestas al 3° Consolidado de Aclaraciones, Rectificaciones y Ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental:

Oficio N°122 sobre la Adenda 3, publicado por Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá, con fecha 14/07/2011;

3.5. Con respecto al pronunciamiento expreso sobre PAS de sus competencias

Oficio N°129 que se pronuncia de manera expresa sobre PAS de sus competencias, por Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá, con fecha 29/07/2011; Oficio N° 362 que se pronuncia de manera expresa sobre PAS de sus competencias, por la SEREMI de Agricultura, Región de Tarapacá, con fecha 09/08/2011; Oficio N° 1506 que se pronuncia de manera expresa sobre PAS de sus competencias, por la SEREMI de Salud, Región de Tarapacá, con fecha 12/08/2011.

4. El Informe Consolidado de Evaluación del EIA del proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2", de fecha 24 de Agosto de 2011;

5. Las visaciones al contenido del Informe Consolidado de Evaluación emitidas por los Órganos de la Administración del Estado que han participado en la evaluación y que se contienen en los siguientes documentos:

- ORD. N°360608711, del 25/08/2011, Dirección Regional de SERNAPESCA, Región de Tarapacá.
- ORD. N°379, del 29/08/2011, SEREMI de Agricultura, Región de Tarapacá.
- ORD. N°1252, del 29/08/2011, SEREMI Energía Tarapacá.
- ORD. N°958, del 29/08/2011, SEREMI MINVU.
- ORD. N°12-EA/2011, del 30/08/2011, Dirección Regional, CONAF, Región de Tarapacá.

- ORD. N°505, del 30/08/2011, Dirección Regional SAG, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°700, del 30/08/2011, Gobierno Regional, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°633, del 31/08/2011, Dirección Regional, SEC, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°1591, del 31/08/2011, SEREMI de Salud, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°152, del 31/08/2011, Dirección Regional de Aguas, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°1330, del 31/08/2011, Dirección Regional, SERNAGEOMIN, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°4802, del 31/08/2011, Consejo de Monumentos Nacionales.
 - ORD. N°711, del 31/08/2011, SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°2593, del 31/08/2011, SEREMI de Bienes Nacionales, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°043/2011, del 31/08/2011, Dirección Regional de Vialidad, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°155/2011, del 31/08/2011, Dirección Regional de SERNATUR, Región de Tarapacá.
 - ORD. N°00334, del 31/08/2011, Dirección Regional de CONADI, Región de Tarapacá.
6. Los demás antecedentes que constan en el expediente público de la Evaluación del Impacto Ambiental del proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2".

CONSIDERANDO:

1. Que, la Comisión de Evaluación I Región de Tarapacá debe velar por el cumplimiento de todos los requisitos ambientales aplicables al Proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2" cuyo titular es GGE CHILE SpA.
2. Que el derecho del titular a emprender actividades, está sujeto al cumplimiento estricto de todas aquellas normas jurídicas vigentes referidas a la protección del medio ambiente.
3. Que debe tenerse presente que el derecho a desarrollar actividades económicas, en conformidad a la Ley y sujeto a las restricciones que señale la propia legislación y la Constitución, está reconocido en la Carta Fundamental de la República. Asimismo, las limitaciones a dicha garantía y al derecho de propiedad, que la propia Constitución permite, jamás podrán vulnerar dichos derechos en su esencia.
4. Que, según lo establecido en el EIA y sus Adendas, el proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2" posee las siguientes características:

4.1. Antecedentes generales

4.1.1. Localización:

Las obras y actividades del Proyecto se localizan en la Comuna de Colchane, Provincia de El Tamarugal, I Región de Tarapacá. El área de obras se encuentra a 155 Km. al nororiente de la capital de la I Región (Iquique) y a 38 Km. al poniente de la capital comunal, Colchane.

Los terrenos donde se emplazarán las obras cuentan con las siguientes coordenadas:

Vértice	Norte	Este
V1	7.856.000	498.000
V2	7.856.000	508.000

V3	7.850.000	508.000
V4	7.850.000	498.000

4.1.2. Superficie:

Dentro de un área de concesión de 6.000 ha, se ha establecido un conjunto de puntos de trabajo que en total no superan las 5,0 ha de superficie.

4.1.3. Monto Estimado de la Inversión:

US\$35.000.000

4.1.4. Vida Útil:

Periodo probable de 16 a 18 meses y un máximo estimado de 24 meses.

4.1.5. Mano de Obra:

Fase	Mano de Obra Promedio	Mano de Obra Máxima
Construcción	20	40
Operación	10	10
Cierre o abandono	10	10

4.2. Descripción del proyecto

Dentro de las obras principales del proyecto, se encuentran las plataformas de perforación principales (pozos profundos de exploración geotérmica), cuya superficie individual alcanza a un máximo de 1,0 ha cada una (100 m x 100 m) para un conjunto máximo de 5 a 6 pozos. A la vez se ejecutarán un conjunto de 8 sondajes menores, cuya área de intervención está dada por el área que ocupa un camión de trabajo, sobre el cual va montada la respectiva maquinaria de perforación, no requiriendo plataformas de trabajo adicional.

Las perforaciones a realizar se dividen en 8 sondajes menores de hasta 300 m de profundidad total y un máximo de 5 a 6 pozos profundos de exploración geotérmica de mayor tamaño y mayor profundidad (hasta 3000 m de profundidad medido desde la superficie), con sus correspondientes actividades de pruebas y posterior cierre.

La localización de los sondajes de baja profundidad se indica en la tabla siguiente:

Sondaje N°	Coordenada Norte	Coordenada Este
S1	7855353	499224
S2	7852935	501068
S3	7853088	499968
S4	7853832	499447
S5	7854411	498179
S6	7855260	504178
S7	7851683	503395
S8	7850559	502637

Las coordenadas de las plataformas de perforaciones profundas, cuya selección definitiva dependerá de los resultados de la exploración de pozos de baja profundidad, son las siguientes:

Pozo N°	Coordenada Norte	Coordenada Este
A	7855118	499825
B	7853767	501149
C	7853095	500301
D	7854427	503877
E	7852692	503468
F	7854530	499000

El proyecto contempla levantar un campamento provisorio en el área de concesión, específicamente en el denominado sector de Lupe. Así también se contempla desarrollar trabajos de perfilamiento de rutas existentes y creación acotada de huellas a partir de dichas rutas para acceder a las plataformas de pozos profundos.

4.2.1. Descripción de la Fase de Construcción

4.2.1.1. Instalación de Faenas y Campamento

La instalación de faenas tiene por finalidad concentrar la recepción y el mantenimiento de todos los equipos y materiales para cada uno de los trabajos requeridos, gestionando desde allí el transporte a las áreas de perforación, con la finalidad de optimizar el tráfico necesario de vehículos y maquinarias en el área de Puchuldiza.

El campamento por su parte, será destinado a hospedar al personal de terreno, al personal administrativo y de supervisión de los trabajos de perforación, y profesionales y técnicos. Será diseñado para acoger a un máximo de 30 personas y contará con dependencias para alojamiento, cocina, comedor y baños. Éste se instalará aproximadamente a 600 m al Sur Este de la agrupación de casas de Lupe, y se accederá por el camino principal, ribereño al estero Puchuldiza y por una obra de cruce sobre el estero.

Para minimizar el movimiento de personas y materiales, el Campamento ocupará un área colindante a la instalación de faenas. A su vez, durante la perforación de los pozos profundos de exploración geotérmica, la mayor cantidad de los materiales de perforación serán almacenados en el área de la plataforma donde se ubica la máquina de perforación, reduciendo el movimiento dentro el área de la concesión.

El área considerada para la Instalación de Faena y Campamento será de alrededor de 0,5 ha, y su etapa de construcción incluirá las siguientes actividades:

- Preparación de un área nivelada para instalación de dependencias, patios de maniobras y aparcamiento de vehículos y camiones.
- Construcción de oficinas y dependencias del campamento (cocina, comedor, dormitorios, baños).
- Construcciones de redes de agua y energía para las distintas dependencias
- Construcción de bodegas y bodega-taller de maquinarias
- Instalación de cerco externo para delimitar áreas de campamento, instalación de faenas, trabajo y circulación de vehículos y personas

La instalación de faenas contará con un espacio de aparcamiento y circulación de vehículos y maquinaria. Este espacio a la vez que estará nivelado, contará con una micronivelación para direccionar aguas lluvias y será cubierto con material granular para minimizar emisiones de polvo.

Los equipos a ser utilizados en la construcción de estas obras incluyen:

- Cargador Frontal
- Motoniveladora
- Generadora - diesel
- Camión tipo cama plana
- Camión aljibe
- Camionetas

Respecto de la bodega de sustancias peligrosas, esta estará debidamente cercada. Esta instalación tendrá un acceso propio desde la vía principal, de manera de evitar el tránsito por áreas de circulación de personal de faenas.

Construcción de Estructuras y Suministros de Campamento e Instalación de Faenas

Las tareas iniciales de construcción del campamento e instalación de faenas requerirán generadores diesel para el suministro de la electricidad, y los servicios básicos serán cubiertos con baños químicos en la proporción requerida por el D.S. No. 594/, los que serán manejados por una empresa debidamente autorizada por la autoridad competente. Asimismo, un proveedor autorizado suministrará botellas de agua potable.

Los materiales de construcción del campamento serán modulares y desarmables, con terminaciones (pisos, paredes, techumbre, ventanales) que otorgarán un grado de confort absoluto respecto del clima externo y estarán dotados de una fuente de energía eléctrica y de la ventilación adecuada, de conformidad con lo establecido en el artículo 9 del DS N°594/1999 MINSAL.

La energía eléctrica será suministrada por un grupo electrógeno diesel que se instalará a una distancia razonable en cuanto a la condición predominante del viento y en un gabinete insonorizado entregado por la empresa proveedora del equipo. La calefacción será suministrada por gas licuado en base a calefactores empotrados.

El suministro de agua para higiene personal y servicios higiénicos (3 m³ / día) será entregada por camiones cisterna, proveniente desde una fuente de agua autorizada en la comuna de Colchane. Se mantendrá un reparto mínimo de 100 litros por persona por día. Para ello, se instalarán estanques de fibra de vidrio o similares, con capacidad para 12.000 litros en total (equivalente a tres días de consumo), los cuales se mantendrán cubiertos, de conformidad con los Artículos 13, 14 y 15 del D.S. No 594/1999 MINSAL.

Se habilitarán al menos dos baños, dependiendo del requerimiento, para el personal femenino del proyecto. De igual forma se establecerá un área de alojamiento claramente identificada para dicho personal.

El campamento incluirá la instalación de redes de servicios de agua doméstica y aguas servidas. Para la disposición de ésta, se instalará una planta modular o compacta de tratamiento de aguas servidas para el campamento. El efluente proveniente de esta planta (agua residual tratada) se usará para el riego de caminos y supresión de polvo.

El agua potable y agua para cocinar será proporcionada en recipientes por un proveedor autorizado.

Las comidas serán provistas por un contratista debidamente autorizado. Se dispondrá un comedor totalmente separado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación, debidamente equipado con mesas, sillas y piso de un material lavable y fácil de limpiar. El comedor también contará con sistemas que eviten el ingreso de vectores sanitarios y con un suministro de agua limpia para lavar manos y cara (Artículo 28 del D. S. No 594/1999 MINSAL).

Las instalaciones médicas en el campamento contarán con utensilios estándares de primeros auxilios y un funcionario médico especialmente capacitado para enfrentar problemas de trauma y potenciales afecciones de altura. Todo el personal será evaluado antes de su llegada para determinar su condición de salud para trabajar en altura.

Manejo de Residuos

Se dispondrán recipientes herméticos de plástico o de acero para los desechos domésticos, y otros para los residuos industriales. Todos ellos estarán debidamente etiquetados. También se dispondrán áreas de almacenamiento de residuos peligrosos, tales como aceites y lubricantes, de acuerdo a lo señalado en el D.S. N°148 del MINSAL. Los materiales de desecho serán retirados por una empresa especializada y autorizada para su disposición final.

La instalación de faenas contará con un área para el almacenamiento de tambores de combustible, para la maquinaria utilizada en las obras de acceso y de perforación. Esta área estará cercada y contará con un pretil para la contención de derrames, un sistema de impermeabilización y una franja de seguridad de 2 m de ancho.

En caso de que ocurriera un derrame, el combustible se recuperará en una piscina de contención adyacente. El material recuperado se almacenará en bidones metálicos hasta su traslado a un depósito autorizado en la Región.

4.2.1.2. Habilitación de Caminos y Accesos

Los caminos de acceso al sector de Campamento, instalación de faenas y las áreas de Perforación, corresponden principalmente a vías existentes.

El proyecto comprende mejorar las vías y huellas existentes a fin de proveer accesos aptos para maquinarias y equipos hasta los distintos sectores del proyecto (campamento, sondajes y plataformas de pozos profundos). Estas actividades comprenden también la construcción de los tramos de caminos nuevos, hacia los sitios específicos de construcción de plataformas, que a la fecha no cuentan con ningún tipo de acceso. En ambos casos, los criterios de trazado y construcción de los accesos contemplan:

- Minimizar las distancias entre el camino existente y los sitios de sondajes y de plataformas de perforación.
- Priorizar huellas, senderos y caminos existentes, abiertos por las campañas de exploraciones mineras recientes
- Minimizar los movimientos de tierra, particularmente los cortes en terreno natural
- Evitar los sitios de patrimonio cultural y vegetación, especialmente los tributarios del estero Puchuldiza.

De acuerdo a lo anterior, se tendrá un total aproximado de 26,9 Km. de obras, de las cuales 25,1 Km. corresponden a perfilamiento de huellas y vías existentes y 1,7 Km. corresponden a la apertura de los nuevos accesos. Es importante señalar que si el programa de exploración resulta exitoso, y por lo tanto sólo se requiera construir los pozos profundos A y B, no será necesario habilitar accesos a los restantes sitios de pozos profundos (D-E; C-F).

En cuanto a las características de las obras viales, el perfilamiento contempla fundamentalmente trabajar sobre las plataformas y vías existentes a fin de dar un ancho y un perfil ajustado a las condiciones máximas requeridas por los vehículos de obra, eliminando elementos cortantes o punzantes de la plataforma y ejecutando rellenos y compactación en zonas deprimidas.

Las obras nuevas requerirán la apertura de la faja en el ancho necesario (5 m) y la construcción de las pendientes necesarias, para lo cual se privilegiará la

pendiente natural por sobre la ejecución de obras de corte y terraplén y la posterior incorporación de material granular.

Construcción de Obras de Cruce de Quebrada y Estero Puchuldiza

De acuerdo al emplazamiento de las obras viales del proyecto, será necesario cruzar en dos puntos el estero Puchuldiza y un punto sobre la quebrada Sin Nombre que enfrenta el sector de Lupe. Lo anterior se resuelve mediante la construcción de tres cruces, cada uno en base a baterías de tubos de concreto, que permiten cubrir el ancho necesario de la caja del estero, con la menor afectación del fondo y de las riberas con las obras de acceso.

4.2.1.3. Perforación de Sondajes o Pozos de Baja Profundidad

Los sondajes corresponden a perforaciones de profundidades no superiores a 300 m que se construyen mediante equipos montados totalmente sobre un camión especialmente habilitado. Estos sondajes se perforan cercanos a los caminos existentes a fin de minimizar la construcción de accesos y sus impactos asociados, y según su tipo, tienen como objetivo el verificar diversas condiciones del área, como por ejemplo, hidrogeología, estratigrafía y gradientes de temperatura presentes.

Estos sondajes localizarán y caracterizarán cualquier acuífero poco profundo susceptible de ser encontrado, y su identificación permitirá protegerlos totalmente de cualquier potencial impacto producto de la perforación exploratoria subsiguiente y de las pruebas a realizarse en los pozos exploratorios profundos.

Algunos de los accesos que serán ocupados para la perforación requerirán el despeje de las rocas o ser reperfilados ligeramente para permitir el paso de los aparejos de perforación sobre camiones.

El método de perforación usual es de aire reverso seco, sin embargo puede ser necesario utilizar agua, por lo cual, tanto el lodo como los fragmentos provenientes de estos pozos durante la perforación se depositarán en estanques móviles, y luego se analizarán y dispondrán en un sitio apropiado y autorizado.

En caso de producirse derrames en cantidades pequeñas de materiales no tóxicos sobre el suelo, tales como lodo de perforación, dicho material se limpiará y se dispondrá junto con otros residuos en un sitio autorizado.

Al menos dos de los sondajes serán conservados para su utilización como puntos de monitoreo continuo de las características geotérmicas. Además de sus condiciones técnicas, se privilegiará que estos pozos se emplacen adyacentes a caminos existentes o bien en áreas ya intervenidas, a fin de prevenir alteraciones adicionales. En caso de que los pozos exploratorios (que se describen más adelante) no evidencien un recurso geotérmico de valor comercial, y se deba abandonar el proyecto, estos dos pozos de baja profundidad se cerrarán y se restaurará el sector de intervención. Los sondajes no utilizados para monitoreo serán cerrados con concreto para sellar el pozo de los acuíferos, y la superficie será rehabilitada.

4.2.1.4. Construcción de las Plataformas de Perforación de Pozos Profundos Geotérmicos

Para el proyecto se identificaron seis sitios posibles para plataformas de perforaciones profundas, de los cuales se proyecta perforar 5 o 6 pozos.

Construcción de Plataformas y Habilitaciones de Equipos

Cada plataforma de exploración geotérmica se dispondrá sobre un área rectangular de una superficie máxima estimada de 1,0 ha, la que debe ser

estabilizada, compactada y nivelada, requiriendo el retiro previo del suelo, el que será resguardado para su posterior uso durante la Fase de Cierre.

La forma de la plataforma del pozo se diseñará para mantener las pendientes estables, drenar el agua lluvia e implementar bermas de contención para controlar y capturar posibles fugas.

En torno de la máquina perforadora se construirán las lagunas o estanques requeridos para recibir el lodo (mud) resultante de la perforación y los fragmentos (cuttings). Además se implementarán otros estanques para almacenar el agua para perforación.

Estas lagunas tienen una capacidad individual de 1500 a 2500 m³, son excavadas en suelo natural y están revestidas con una membrana impermeable, compuesta de arcilla bentonita y una capa de plástico grueso para prevenir la infiltración de sus contenidos al suelo natural.

El proyecto de exploración geotérmica no genera efluentes industriales ni durante la etapa de construcción (perforación) ni en la etapa de operación (pruebas). Durante el proceso de perforación, los fluidos geotérmicos se mantienen dentro de un circuito cerrado y están usados en el lodo de perforación. Dentro del sistema de recirculación habrá una piscina con dimensiones de 30 m x 30 m x 3 m con una capacidad de 1500 m³ y una revancha de 0,5 m que normalmente se almacena el lodo usado, que también podría ser usado para captar cualquier exceso de fluidos.

Durante la fase de pruebas del pozo, solamente se toma muestras de los fluidos para análisis. Una prueba más prolongada entre tres o más pozos involucra el bombeo de agua de un pozo y la reinyección de los fluidos al reservorio geotérmico por otro pozo. En caso de algún problema de circulación de fluidos, se podría dirigir el flujo hacia la piscina de lodos.

Frente a eventos de precipitaciones, la revancha de la piscina o estanque permite acoger un volumen de al menos 40 m³ adicionales en caso que esta se mantuviera completamente ocupada. Con ello se mantiene un margen de seguridad amplio frente a eventos de precipitaciones.

Además la plataforma se diseña con un sistema de contención externa de aguas lluvias, que impide el ingreso de agua a las instalaciones.

En otros sectores de la plataforma de perforación se instalarán equipos mecánicos de perforación, estanques de combustible, maquinarias y elementos mecánicos requeridos para la perforación. Los estanques de combustible, lubricantes, y cualquier otro material o sustancia peligrosa, se almacenarán en un área dentro de la plataforma cuyo suelo igualmente estará recubierto con plástico y protegido con bermas para contener derrames accidentales.

Una vez implementada o construida la plataforma, las lagunas o estanques, las obras civiles y conexiones de generación y fuerza, se dará inicio a las actividades de perforación.

Equipos para la Perforación de Pozos

La perforación de pozos profundos consta de un conjunto de máquinas y sistemas requeridos para proporcionar movimiento de giro y avance a un equipo central, con la suficiente fuerza y control para llegar a la profundidad requerida y en la dirección vertical establecida.

La máquina de perforación va provista de elementos que, además de producir el avance y el giro de la sarta, permitan la colocación de tuberías y filtros, así como impulsar el fluido a través de la columna de perforación. Lo anterior se logra montando los equipos en una torre (mástil o torreta) cuya altura promedio es de 40 m. En dicha estructura se disponen el cabrestante, ganchos y cables necesarios para el levantamiento de las barras de perforación y las piezas

rotatorias (mesa rotatoria, varillas, brocas o trépanos de perforación). Adicionalmente se disponen los circuitos de fluidos, equipos de extracción de lodos, de control y de prevención de fugas y explosiones en el pozo.

Para lograr el movimiento de giro y avance de la perforación, se montan los motores diesel y equipos de transmisión que dan el movimiento a la "mesa de rotación", consistente en una pieza provista de un anillo circular dentado, hueca en el centro y con una sección cuadrangular o hexagonal.

A través de la sección hueca del centro de esta mesa se desliza una varilla ("kelly" o "sarta de perforación") de igual sección, que la mesa de rotación hace girar al mismo tiempo que ella. La "kelly", al igual que el resto de la sarta de perforación, es hueca y se compone en general de secciones montables de 10 m de extensión cada una, a través de las cuales, una vez insertas, se puede inyectar a presión el lodo de la perforación, mediante una "cabeza de inyección", situada directamente encima y que es abastecida desde los estanques de lodos construidos en la plataforma.

En la cabeza del equipo de perforación se disponen las herramientas de corte (trépano, barrena o broca). El instrumento de corte más utilizado es el de rodillos, consistente en conos dentados giratorios, (normalmente tres) y enfrentados entre sí, que giran al mismo tiempo que la sarta de perforación. Están fabricados con aceros especiales, y tienen diseños diferentes según el tipo de terreno.

Respecto de otros equipos e insumos para la operación de la perforación de pozo profundo, se contempla:

- Bombas impulsoras de lodo (una de operación, una de reserva)
- Mezclador de fluidos de perforación
- Zarandas (harneros) para separación de fragmentos del fluido de perforación
- Cabrestante (grúa) y equipos de elevación de estructuras
- Cabina de registro y aparejos de medición y control

El suministro eléctrico para la perforación y obras civiles se obtendrá de generadores diesel que estarán ubicados sobre la plataforma del pozo durante la perforación. La instalación tendrá al menos 3 generadores de 1000 KVA cada uno para el consumo eléctrico de sus equipos y accesorios.

Insumos para la Perforación de Pozo Profundos

Los materiales contemplados para la operación del sistema de perforación incluyen:

- Lodo, cemento, aditivos, tubo de perforación, encamisado, válvulas y accesorios.
- Equipo de soldadura, herramientas y repuestos.
- Combustible para los motores de los equipos, generadores eléctricos y para la oficina e instalaciones de los equipos.

Los combustibles requeridos por los equipos e instalaciones corresponden a diesel, gasolina y gas licuado, y serán provistos por empresas autorizadas para transporte, almacenamiento, distribución o entrega en la comuna de Colchane.

Los equipos generadores, motores y maquinaria utilizarán petróleo Diesel, estimándose un consumo de 1.600 l/día para el periodo de mayor consumo. Éste será suministrado por empresas autorizadas, mediante camiones cisterna desde Iquique, con una frecuencia de un camión de 10.000 litros por semana. El combustible será mantenido en estanques metálicos específicos para el almacenamiento de combustibles, de características móviles y que contarán con contenedor de derrames y rotulación, conforme a la normativa vigente.

- Sistema contra incendio.
- El agua requerida para los fluidos de perforación será provista mediante acuerdo con la Comunidad de Mauque,- Puchuldiza, dueña de derechos sobre el estero Puchuldiza. Se construirán dos captaciones provisionales en base a una toma directa con tubos de PVC y boquilla recubierta para evitar ingreso de sólidos, y mediante bombeo controlado se entregarán en estanques, desde los cuales se distribuirán a los pozos de preparación de lodos de perforación. Se ha estimado que el agua requerida para la perforación de cada pozo profundo será de 25.000 m³ aproximadamente, el que bajo condiciones normales equivalente a un flujo continuo de 3 l/s durante la perforación de cada pozo, por un periodo aproximado de 3 meses cada uno.

Puntos de Extracción de Aguas

En cuanto a los puntos de captación autorizados, se utilizará el punto "Caída Agua Puchuldiza" (7.856.250 N; 500.900 E, Ref. PSAD 56), mientras que como punto auxiliar se considera la "Vertiente Muyure Chico" (7.856.300 N; 505.150 E, Ref. PSAD 56).

En caso de requerirse la extracción de otro punto que no sea alguno de los indicados como autorizados, GGE gestionará previamente la autorización sectorial correspondiente.

El sistema de extracción propuesta comprende una zanja excavada en el lecho, no mayor a 1, 5 m de ancho y 1,0 m de profundidad que se rellena con balones y ripios del mismo estero, conectándose con una cámara de hormigón prefabricada.

Sobre la cámara se instala una motobomba y un medidor de caudal.

La cámara tendrá una conexión directa con el agua del estero y el nivel de agua en la cámara se mantendrá al mismo nivel como el estero.

El agua potable para los trabajadores de las plataformas provendrá de distribuidores autorizados, y se entregará en dispensadores distribuidos en las distintas áreas de trabajo.

- Sustancias Peligrosas: Corresponden a insumos para tareas de soldaduras, y el diesel requerido para funcionamiento de motores, grupos generadores y equipos.

Las sustancias indicadas se almacenarán en espacios habilitados específicamente para tal propósito, claramente identificadas de acuerdo con las normativas Chilenas oficiales para estos materiales.

En el lugar de trabajo se implementará permanentemente un plan de acción detallado para emergencias, así como una Hoja de Datos de Seguridad de Materiales para cada sustancia y que incluirá, a lo menos, la siguiente información sobre sustancias peligrosas:

- ✓ Nombre comercial,
- ✓ Formulación química,
- ✓ Componente activo,
- ✓ Cantidad almacenada,
- ✓ Características fisicoquímicas,
- ✓ Tipo de riesgo más probable en caso de una emergencia,
- ✓ Bosquejo de la ubicación al interior del contenedor el cual identifique las vías de acceso y los elementos existentes a fin de prevenir y controlar las emergencias.

Perforación de Pozos

Una vez finalizados el diseño, montaje de equipos y puesta en marcha de los pozos, la perforación de cada pozo comienza con la movilización y el posicionamiento del equipo de perforación y sus accesorios (motores, bombas, y generadores eléctricos, tubo de perforación y tubería de revestimiento (entubado), equipos y herramientas e instalaciones complementarias) sobre la plataforma. Los aparejos de perforación para los pozos profundos del proyecto son equipos de perforación de tierra estándares, similares a los usados en la exploración de petróleo.

El pozo es perforado mediante un aparato de perforación giratorio hasta una profundidad de 1500 a 3000 m, hasta alcanzar el reservorio geotermal. El proceso de perforación consiste en girar y descender a través del suelo una broca cónica situada en la parte inferior de un tubo de perforación. El lodo es bombeado hacia abajo del tubo, a través de la broca, para luego devolver los fragmentos de roca a la superficie en el orificio fuera del tubo. El lodo de perforación se prepara a partir de la mezcla de agua, bentonita y distintos productos facilitadores del proceso, en uno de los estanques adyacentes al equipo de perforación.

El proceso de perforación es monitoreado por un ingeniero de control de pozos geotérmicos, a fin de asegurar que el pozo está bajo control en todo momento y que existen múltiples sistemas de respaldo en caso de que uno se vea temporalmente comprometido.

El fluido de perforación es una suspensión coloidal acuosa consistente principalmente en agua, arcilla natural y componentes orgánicos e inorgánicos que le confieren ciertas propiedades físicas necesarias para la perforación, tales como una mayor viscosidad, densidad y características inhibitorias. Estos fluidos de perforación (a menudo llamados "lodos de perforación") son usados para arrastrar los fragmentos de roca de la parte inferior del orificio durante la perforación, impedir que las paredes del pozo se desmoronen y evitar flujos inadvertidos del pozo al encontrarse con fracturas de producción. Los productos químicos usados para preparar el lodo de perforación se almacenarán temporalmente en palets cubiertos con membrana impermeable, ubicados cerca de los estanques de lodo, de manera que estén protegidos y asegurados, y suministrados en la cantidad suficiente durante el proceso de perforación.

El fluido de perforación no reacciona con otros compuestos. Éste se caracteriza por la biodegradación de los componentes orgánicos y la sedimentación de los componentes sólidos inertes, que no afectan el medio ambiente.

Los fluidos que permanezcan después de finalizada la perforación del pozo, se almacenarán en la laguna de fluido de perforación, para posteriormente ser analizados, y determinar sus características de peligrosidad de acuerdo con los estándares y normativa del Ministerio de Salud. En el caso normal, los lodos son clasificados como material inerte y se secan por evaporación en la laguna. Una vez que se encuentra seco, se cubre el pozo con suelo local y se rehabilita la superficie con vegetación. En caso de clasificarse como peligrosos o tóxicos, los fluidos se dispondrán en bidones o sacos, para posteriormente ser transportados inicialmente a una bodega, y luego a un sitio autorizado para su disposición final.

En caso que la perforación del pozo profundo intercepte un acuífero somero (lo que en esta área sucede típicamente entre los 100 y 300 m de profundidad) y roca más dura, se encementa la sección de entubado de acero sólido desde la parte inferior de la sección del pozo hacia arriba. Esto evita la contaminación de cualquier acuífero de agua dulce con lodo de perforación cuando el pozo se perfora a mayores profundidades. En el lugar se instalan y encementan uno o dos trozos adicionales de tubería de revestimiento hasta una profundidad de al menos 1000 m, asegurando el completo aislamiento y control de presión de los fluidos del reservorio, una vez que se ha alcanzado la zona de producción. Basándose en la información disponible de los seis pozos previamente perforados en el campo

geotérmico de Puchuldiza, el reservorio comercialmente productivo debiese encontrarse más abajo, a una profundidad de unos 1200 m. La capacidad de resistir presión de cada trozo de entubamiento es evaluada durante la instalación y antes de continuar con la perforación.

La planificación detallada de cada uno de los pozos se revisará mediante la información precisa recabada del pozo anterior. Entre los datos a considerar se encuentran la profundidad de los acuíferos de baja profundidad, las temperaturas y la secuencia de rocas, así como las características del reservorio geotermal.

La secuencia de perforación es la siguiente:

- Perforar hasta los 5 a 10 metros: a esta profundidad el pozo se perforará con una broca cónica de 24" de diámetro, para luego encementar en el lugar un encamisado sólido de 20" (51,8 cm) con un anillo cortante ubicado a una profundidad aproximada de 10 m.
- Perforar entre 10 y 200 metros: El pozo se perforará y luego se sellará con un encamisado sólido de 13-3/8" (35,97 cm), con un anillo cortante a una profundidad estimada de 200 m. A este sistema de encamisado se adiciona un evitador de explosiones (BOP – Blowout Preventor) o válvula de seguridad en la cabeza del pozo a fin de entregar un control provisorio del pozo. Este encamisado se cementará en el lugar y se medirá la capacidad de contención de presión del mismo para determinar si cumple o no con los requerimientos mínimos de presión. Este encamisado sellará y aislará cualquier acuífero de agua dulce entre la superficie y los 200 m de profundidad.
- Perforar entre 200 y 700 metros: Una vez perforado el pozo, se instalará y cementará en el lugar un encamisado de 9-5/8" (9,625 cm) mientras se analiza la presión. Este encamisado sellará cualquier acuífero de agua dulce ubicado entre los 700 m y 200 m, a la vez que permitirá el control final del pozo ya terminado.
- Perforar desde 700 a 2000 metros: Esta parte del pozo podría perforarse hasta 2000 m y será cubierto con un revestimiento perforado de 8 1/2" (21,59 cm), no cementado, ya que se espera que sea la sección productiva..
- Perforar desde 2000 a 3000 metros: Esta última sección sólo se perforaría si es que a los 2000 m de profundidad aún no se ha logrado encontrar el reservorio productivo. Un equipo de perforación convencional de tamaño completo puede perforar tan profundo como 4000 m, y el orificio resultante podría cubrirse con un revestimiento perforado no cementado de 7" (17,78 cm).

Los cortes de la formación rocosa perforada (llamados cuttings) tienen un volumen estimado de 200 a 300 m³ para cada pozo.

Los fragmentos se ubicarán provisoriamente en la laguna, donde serán separados del lodo, mediante diversos métodos mecánicos (desarenadores y mesas de mezcla ubicados sobre los tanques de lodo), permitiendo la recuperación y el reacondicionamiento del lodo para ser reutilizado en otras perforaciones.

Una vez finalizado el pozo, se deberán instalar una línea de flujo y válvulas de control en la boca del pozo para poder realizar las pruebas, las mediciones de presión y de temperatura y el muestreo de los fluidos.

4.2.2. Descripción de la Fase de Operación o de Prueba de Pozos

Una vez habilitado el pozo profundo de exploración se desarrollará la fase de prueba, que tiene por finalidad medir los índices de descarga de agua y de vapor, la presión y temperatura (y por ende el potencial de generación eléctrica) de cada pozo, y la composición química de los fluidos geotérmicos. Estas pruebas, que respaldarán las decisiones respecto de la factibilidad de explotación del recurso, tendrán una duración estimada de máximo un mes.

Los fluidos producidos durante la fase de pruebas serán almacenados en estanques y después reinyectados al reservorio geotérmico subterráneo.

Finalizadas las actividades de prueba de pozos, y si estas indicasen que no existen recursos geotérmicos de valor comercial, se procederá a dismantlar las instalaciones provisionales, los pozos se cerrarán en forma permanente y los sitios se restablecerán a sus condiciones originales. Si por el contrario, las pruebas de pozos confirman la existencia de un recurso de valor comercial, las instalaciones provisionales se dismantlan y se establece un programa de monitoreo y protección de los sitios de pozos, hasta comenzar la explotación.

4.2.2.1. Pruebas de Pozos

Las pruebas de pozos considerarán la obtención de las mediciones requeridas, y el control del fluido en el pozo y el reservorio en todo momento. La primera etapa será validar que el pozo, tal como ha sido instalado, sea capaz de contener las presiones del fluido que pudieran ocurrir durante la prueba.

Se espera que el recurso geotermal sea predominantemente agua, por consiguiente, la producción de un pozo requerirá retornar (reinyectar) los líquidos producidos, al reservorio. En una prueba breve, los fluidos pueden devolverse al pozo original después de ser almacenados en los estanques o la laguna. Una prueba más larga requerirá un segundo pozo para la reinyección de los fluidos desde un pozo hacia el reservorio.

La prueba comienza con la apertura controlada del sistema de válvulas. Si el pozo no fluye por sí solo, será estimulado mediante levante neumático o aire comprimido. Una vez que el pozo comienza a fluir, el líquido se separa del vapor en un separador y el flujo líquido es dirigido a estanques portátiles y/o a la laguna.

Inicialmente, el líquido geotérmico arrastra fragmentos y lodo de perforación, los que se depositan en el estanque construido para dicho fin. El vapor del separador se disipa en el aire, vapor que transporta algunos gases, en concentraciones muy bajas, los que se disipan inmediatamente en la atmósfera.

Durante las pruebas, se obtendrán diferentes parámetros que permitirán calcular las curvas de productividad ("Deliverability") características de los pozos. Estos parámetros incluyen:

- Temperatura
- Presión
- Tasa de flujo de agua
- Tasa de flujo de vapor
- Química del líquido
- Composición del gas no condensable y concentración en el vapor y caudal de flujo total.

De acuerdo a sus características, se espera que cada prueba de pozo tome un periodo máximo de 2 a 4 semanas.

Es importante señalar que el flujo temporal de agua caliente proveniente del reservorio no tendrá efectos sobre las emisiones de aguas termales del área de Puchuldiza, debido al aislamiento de los pozos profundos de los acuíferos poco profundos. Se realizará un monitoreo de las aguas en los acuíferos a través de los sondajes para confirmar que no se produzcan cambios a los flujos o calidad de las aguas termales. El monitoreo también permitirá un diseño adecuado de medidas de mitigación de cualquier impacto al agua superficial, que podría ocurrir durante una futura explotación del reservorio.

4.2.2.2. Equipos e Insumos para las Pruebas de Pozos

Los equipos que se requerirán en las pruebas de pozos son los siguientes:

- Compresor conectado al pozo para realizar la estimulación del flujo.

- Sistema de separación de fase gas-líquido, el que consta de un estanque de separación de hasta 6 m de alto conectado a un estanque aforo para medir el flujo líquido. El vapor migra a la atmósfera y el agua es transferida a una laguna de agua para su almacenamiento.
- Silenciador para mitigar la emisión de ruido del sistema de prueba.
- Bomba para conducir el agua hacia una tubería provisoria
- Sistemas de válvulas y de medición, incluyendo puertos de muestreo.
- Alarmas portátiles y estáticas para la detección de ácido sulfhídrico (H₂S). Este sistema de monitoreo del gas será calibrado periódicamente de acuerdo a instrucciones del fabricante.
- Generador: se considera al menos un generador de 1 MW.
- Combustible: se considera la provisión necesaria de petróleo diesel para equipos, motores y generador. Se estima un consumo promedio de 300 l/día.
- El agua potable para los trabajadores de las plataformas provendrá de distribuidores autorizados, y se entregará en dispensadores.

4.2.3. Fase de Cierre y/o Abandono

Una vez finalizadas las actividades de prueba de pozos, se procederá al cierre de los sitios y obras de construcción, lo que estará sujeto a los resultados de las pruebas.

Si las pruebas indicasen que no existen recursos geotérmicos de valor comercial, se procederá a dismantelar totalmente las instalaciones provisionarias, los pozos se cerrarán y los sitios se restablecerán a sus condiciones originales.

Si las pruebas de pozos confirman la existencia de un recurso de valor comercial, las instalaciones provisionarias se dismantelarán, se limpiará el sitio de la obra, se protegerán las bocas de pozos rodeándolas con cercos metálicos, mientras se continúa con el monitoreo del sitio.

Una vez que los estudios de ingeniería del reservorio demuestren las características y la capacidad del campo, se procederá a solicitar la Concesión de Explotación ante la Autoridad Competente. Una vez concedidos éstos, GGE procederá con los estudios de ingeniería, desarrollará y tramitará el EIA del nuevo proyecto de explotación y otros permisos requeridos, necesarios para el desarrollo del campo y de la central.

El titular deberá elaborar y presentar un registro descriptivo y fotográfico de todas las zonas identificadas (WGS 84) previo a la intervención. Lo anterior, incluyendo caminos, plataformas, perforaciones, campamento, piscinas, etc.

4.2.4. Abandono Provisorio de los Pozos

En caso de que los resultados de las pruebas de pozos demuestren la existencia de fluidos geotérmicos en condiciones suficientes para sustentar la generación de energía a escala comercial, los pozos no se cerrarán y se mantendrán para uso a futuro, ya sea para producción o inyección. Las obras descritas en el proyecto se considerarán para un futuro plan de desarrollo.

Las plataformas se mantendrán y la vegetación se restituirá solamente en aquellas áreas que no serán usadas o alteradas en el futuro. Además, se implementará un sistema de control de acceso para los caminos habilitados para este proyecto.

4.2.5. Abandono y Cierre Permanente de los Pozos

En caso que los resultados de las pruebas de pozos demuestren que no existen fluidos geotérmicos suficientes para sustentar la generación de energía a escala comercial, se procederá al abandono definitivo de los pozos, el que consistirá en cementar el interior del pozo y retirar los equipos de la boca de pozo y de la superficie de acuerdo con los procedimientos específicos de abandono

establecidos, diseñados para aislar y proteger todas aquellas zonas potencialmente capaces de contener o recibir fluidos.

Cerrar pozos geotérmicos requiere el uso de cementos especiales, con las siguientes características físicas:

- Resistencia a la compresión del cemento: 1.800 a 2.200 psi. (curado por 8 horas a 140 °F a presión atmosférica).
- Resistencia a la compresión mínima especificada por API: 1.500 psi.
- Resistencia a la compresión alcanzada al día 14 del curado: sobre 4.000 psi.

El abandono del pozo comienza con el sellado de la sección inferior del mismo. En esta sección, la cual puede o no tener un revestimiento perforado, se bombea una mezcla de cemento líquido o "lechada" en cantidad suficiente para llenar aproximadamente 100 m del pozo, al mismo nivel y sobre la zona de potencial producción.

Una vez que la lechada es bombeada a la profundidad adecuada, se deja fraguar por un tiempo de 6 a 8 horas antes de realizar pruebas de resistencia. De no estar absolutamente asegurada la formación de una película sólida en la parte inferior del pozo, se deberá bombear una mayor cantidad de cemento, cuantas veces sea necesario, hasta tener certeza de la calidad del sello y de su completo fraguado.

Posteriormente, en el extremo de abajo de la barra de perforación o anillo de anclaje de la tubería de producción (al fondo del pozo), se introduce una nueva columna de cemento de aproximadamente 80 m de alto, con lo cual se cubre aproximadamente 40 m en el área del pozo que no está revestido con la tubería y otros 40 m al interior de la tubería.

Por último, un tapón de cemento adicional de alrededor de 80 a 100 m de altura se coloca sobre la columna de cemento anterior.

Posteriormente, el encamisado de superficie de un pozo sellado según el procedimiento antes descrito, se corta por debajo de la superficie del suelo, sobre éste se instala, mediante soldadura, una plancha de acero, para luego cubrirlo con tierra.

4.2.6. Cierre Permanente de Plataformas de Pozos y de Caminos

Esta actividad contempla como primera tarea el retiro de todos los residuos sólidos y líquidos acumulados en las plataformas; el material de sello de bentonita será conducido a un relleno autorizado para su disposición.

Posteriormente, con el cubrimiento de suelo original que había sido excavado para construir la laguna, se nivelará la superficie, dejándola lista para la revegetación.

La restauración de la plataforma y de los sectores donde se efectuaron accesos viales, se realizará conforme a los requerimientos de los propietarios de la tierra. Se espera que los caminos mejorados en el área, así como las obras de cruce del estero y la quebrada en el sector de Lupe puedan permanecer, dependiendo de la aprobación de los propietarios.

Las plataformas de los pozos se dejarán según sus condiciones preexistentes (rehabilitadas), para lo cual se realizará un trabajo de restauración de la tierra, micronivelación y programas de revegetación y resiembra de especies locales presentes.

4.3. Residuos, Emisiones y Descargas al Ambiente

4.3.1. Residuos Líquidos

En base a las actividades que se desarrollarán durante el proceso de exploración, es posible señalar que se generarán residuos líquidos domiciliarios producto de las actividades que se desarrollarán en el campamento y sitios de faena estables como es la plataformas de perforación.

Los residuos líquidos domésticos originados en el campamento e instalación de faenas serán tratados en una planta de tratamiento estacionaria o portátil, la cual recibirá los residuos provenientes de los baños, dormitorios, y cocina del campamento.

El campamento contempla la permanencia de 10 personas promedio, con una dotación máxima de 30 personas durante el periodo de perforación de pozos profundos. Considerando una dotación de agua potable de 100 litros/trabajador/día y un coeficiente de recuperación de 85%, se estima que se generarán aproximadamente 2.550 litros/día de aguas servidas en su periodo de máxima demanda, los que serán conducidos a la planta de tratamiento para luego ser infiltradas.

En las plataformas y pozos de baja profundidad se dispondrán baños químicos con sistema de limpieza de bombas, de acuerdo a lo dispuesto en el DS N°594/99 del MINSAL. Estos residuos, serán retirados por una empresa autorizada, a la que se solicitará que presente periódicamente los registros firmados y timbrados por la planta de tratamiento de aguas servidas destinataria.

4.3.2. Residuos Sólidos

Durante la construcción de las obras civiles, prueba de pozos y cierre y abandono del campamento, se prevé la generación de tres tipos de residuos: domésticos, industriales y peligrosos.

Respecto de los residuos domésticos, estos se generarán en la Instalación de Faenas y Campamento (oficinas, baños, comedor, camarines, etc.) y son, principalmente, de tipo orgánicos, plásticos, papeles, cartones y similares no contaminados. Se estima que se generará aproximadamente 7,5 kilogramos al día (se considera una tasa de generación de 750 gramos/trabajador/día) llegando a un máximo de 22,5 kg durante la etapa de perforación de pozos profundos.

Estos residuos serán acopiados en contenedores herméticos, que se ubicarán en las distintas áreas de trabajo. Estos residuos serán retirados, por una empresa autorizada para disponerlos en un sitio de disposición autorizado de la Comuna de Iquique (considerando que la comuna de Colchane no posee este tipo de infraestructura sanitaria).

Con relación a los residuos industriales, se descartará madera y plástico de embalaje, envases, varillas de soldadura usadas, despuntes de fierro, ropa de trabajo desechable y otros. Se estima que la generación de estos desechos alcanzará un total de 10 Kg/día. Los residuos serán acopiados en contenedores y canchas de acopio (según su dimensión) de forma temporal, para ser trasladados posteriormente a sectores habilitados y autorizados para su disposición final.

Respecto a los residuos peligrosos, el proyecto generará aceites y lubricantes usados, filtros de aceite, baterías, trapos o huaípe contaminados, restos metálicos contaminados y otros. Para el almacenamiento de estos residuos se habilitará un patio de acopio temporal que cumplirá con lo establecido en el DS N°148/2003 MINSAL, en el que se consideran las siguientes especificaciones:

- Tendrá una base continua, impermeable y resistente, estructural y químicamente, a los residuos.

- Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estará techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente.
- Tendrá una capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93

Los residuos serán retirados para su disposición final por una empresa autorizada, quienes deberán proveer dentro de la documentación de obras, los respectivos certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos.

Por último, se generarán lodos asociados al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas servidas. Estos lodos serán retirados y tratados periódicamente por empresas autorizadas para estos fines, los que deberán presentar certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos.

4.3.3. Emisiones a la Atmósfera

Debido a las características del proyecto y las actividades asociadas, se espera que se generen emisiones a la atmósfera de contaminantes como material particulado respirable (PM10), producto del movimiento de tierra, circulación de camiones y combustión de motores, como a su vez la emisión de gases como monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NOx) e Hidrocarburos (HC), producto de la combustión de motores de maquinarias, camiones, vehículos menores y grupos generadores.

Con respecto a la emisión de material particulado respirable, se espera que éste se genere debido a las siguientes actividades:

- a) Movimiento de tierra asociado a la construcción y habilitación de caminos, sitios de faena, campamento e instalaciones de plataformas (Escarpe):

Esta actividad contempla la remoción de la capa superior del suelo de los sitios destinados a instalar el campamento, sitio de faena, y habilitación de caminos. La superficie total estimada a escarpar corresponde a 9,19 ha, por lo que se espera que se generen un total de 0,04 ton/año de PM10.

La habilitación de caminos considera la remoción de la superficie a lo largo del trayecto, asociado a que cada camino tendrá un ancho promedio de 5 metros. Para el cálculo de superficie a escarpar se consideró que cuando fuera necesario repavimentar un camino existente, la superficie a escarpar corresponderá a un 50% del total de la superficie del camino. Para los accesos nuevos, la superficie a escarpar corresponde al 100% de la superficie del camino.

Una vez terminada la fase de exploración, los sitios que no se van a ocupar en un futuro desarrollo del proyecto geotérmico, sería rehabilitado y revegetado para devolverlo lo más parecida a su estado original, reduciendo así la generación de material particulado al atmósfera.

- b) Excavación de estanques de contención de lodos en sector de plataformas:

Con el fin de contener los lodos generados por la perforación de los pozos de prueba, se deberán construir fosas de contención destinadas a recibir el material proveniente de dicha actividad. Se estima que esta actividad tendrá una duración 20 horas por plataforma. Producto de esta actividad se generarán un total de 0,059 ton/año de PM10.

c) Circulación de vehículos en caminos no pavimentados:

Producto de la circulación de camiones por caminos de tierra, se generará una re-suspensión de material particulado desde el camino. Se ha considerado que en promedio se generarán 3 viajes en camioneta y un viaje de camión diario durante todo el periodo que dure el proyecto, esta frecuencia podría variar dependiendo de la etapa puntual en que se encuentre el proyecto. A su vez se consideró que en promedio cada viaje recorrerá una distancia de 22 kilómetros (ida y vuelta) desde el campamento a los distintos puntos de perforación. Sobre la base de lo anterior se espera que se generen un total de 13,692 ton/año.

d) Combustión de motores:

Producto del funcionamiento de generadores y de los motores de camiones y maquinarias. Se estima que el mayor aporte se deberá al funcionamiento de los grupos generadores, llegando a un total de 4,779 ton/año para todas las fuentes de emisión.

Para el abastecimiento eléctrico de las plataformas de perforación y sus instalaciones se utilizarán generadores. Se estima que la construcción total del recinto de perforación tendrá una duración de 3 meses cuya energía será respaldada por un generador. Para la operación de las plataformas se estima que será necesario utilizar dos grupos generadores durante un mes. Los generadores tendrán uso continuo durante la construcción mientras que para la operación será utilizada durante 18 horas del día. Las emisiones asociadas al uso de generadores en las plataformas de perforación generarán una emisión total de 1,51 ton/año.

Al igual que el material particulado, producto de la combustión de motores y grupos generadores, se emitirá al medio ambiente gases de combustión. En la tabla siguiente se indica un detalle de las emisiones asociadas a cada uno de los contaminantes anteriormente indicados para las actividades asociadas a la instalación de faenas campamentos y materialización de red de caminos.

Contaminante	Faena	Factor de Emisión	Unidades	Actividad	Unidades	Emisión Ton/año Kg/día
PM 10	Escarpe					
	Camino	4,50	Kg/Ha	7,19	Ha/año	0,032
	Campamento	4,50	Kg/Ha	1,00	Ha/año	0,09
	Sitio de	4,50	Kg/Ha	1,00	Ha/año	0,004
	Faena					0,01
						0,004
						0,01
	Circulación de vehículos en caminos no pavimentados					
	Camionetas	0,27	Kg/Km	24.090	Km/año	6,596
	Camiones	0,88	Kg/Km	8.030	Km/año	18,07
					7,096	
					19,44	
	Combustión de Motores					
	Camiones	0,25	gr/Km	8.030	Km/año	1,993
	Maquinarias	0,46	Kg/día	500	día/año	5,46
	Generadores	0,003	Kg/Kg Pet	1.078.575	l/año	0,231
	Total (Ton/año)					0,63
						2,555
						7,00
						18,51
						50,72
NOx	Combustión de Motores					
	Camiones	4,70	gr/Km	8,030	Km/año	37,70
	Maquinarias	5,39	Kg/día	500	día/año	103,29
	Generadores	0,06	Kg/Kg Pet	1.078.575	l/año	0,71
	Total (Ton/año)					1,93
						72,57
						198,82
						110,98
						304,05
CO	Combustión de Motores					
	Camiones	1,11	gr/Km	8,030	Km/año	8,90
	Maquinarias	1,41	Kg/día	500	día/año	24,39
	Generadores	0,02	Kg/Kg Pet	1.078.575	l/año	0,71

	Total (Ton/año)		2			1,93 15,67 42,94 25,28 69,26
HC	Combustión de Motores					
	Camiones	0,58	gr/Km	8,030	Km/año	4,68
	Maquinarias	0,65	Kg/día	500	día/año	12,83
	Generadores	0,01	Kg/Kg Pet	1.078.575	L/año	0,32
	Total (Ton/año)		2			0,88 5,76 15,79 10,77 29,50

En la tabla siguiente se indica un resumen de las emisiones asociadas a las distintas actividades realizadas en la construcción y operación de cada plataforma.

Contaminante	Faena	Factor de Emisión	Unidades	Actividad	Unidades	Emisión Ton/año Kg/día	
PM 10	Escurpe	4,5	Kg/Ha	0,45	Ha/año	0,002	0,01
	Excavación	2,96	Kg/Hr	20	Hr/año	0,059	0,16
	Combustión de Motores						
	Generadores	0,003	Kg/Kg Pet	638280	L/año	1,51	4,14
	Total(Ton/año)		2			1,57	4,31
NOx	Generadores	0,080	Kg/Kg Pet	638280	L/año	42,95	117,66
CO	Generadores	0,017	Kg/Kg Pet	638280	L/año	9,28	25,41
HC	Generadores	0,006	Kg/Kg Pet	638280	L/año	3,41	9,34

4.3.4. Emisiones de Ruido

De acuerdo a las estimaciones realizadas, es posible concluir que los mayores niveles de ruido se esperan durante la exploración geotérmica propiamente tal, con un NPSeq total de 100 dBA a 10m, debido principalmente a la liberación de vapor, mientras que durante la construcción de proyecto se espera un NPSeq cercano a 90 dBA a 10m, como se puede apreciar en las siguientes tablas:

Etapa de Construcción

Esta etapa contempla la instalación de faenas y campamento, habilitación de accesos, perforación de pozos de baja profundidad hasta 300m.

La tabla a continuación muestra los niveles de presión sonora ponderados por actividad en la etapa de construcción:

Actividad	NPSeq ponderado @ 10m (en dBA)
Habilitación de accesos, construcción plataformas y abandono	89
Perforación de pozos	83
Total	90

Etapa de Operación

La tabla a continuación muestra los niveles de presión sonora ponderados por actividad en la etapa de operación:

Actividad	NPSeq ponderado @ 10m (en dBA)
Operación maquinarias	90
Liberación de vapor a la atmósfera	99
Total	100

4.4. Línea base

4.4.1. Medio Físico

Clima y Meteorología

El tipo de clima que identifica la zona en estudio está representado por dos tipos a saber:

- Clima de desierto marginal de altura (BWH)
- Clima de estepa de altura (ETH)

Calidad del Aire

Para el área de estudio, no se dispone de mediciones de calidad de aire. No obstante, se presume que existen concentraciones muy bajas de material particulado y gases, generadas principalmente por el flujo vehicular de visitantes esporádicos a la zona. No existen actividades mineras o industriales en el área de proyecto que actúen como emisoras. Por otro lado, el área de emplazamiento cercano al proyecto, el campo de es de Puchuldiza constituye una fuente natural de emisión de vapor de agua y gases, particularmente de ácido sulfhídrico (H₂S) y dióxido de azufre (SO₂).

Ruido

El titular señala que la identificación de receptores y mediciones se centraron en las áreas y alrededores considerados sensibles al ruido debido a su proximidad con el proyecto, y se realizaron dos rondas de medición, diurna y una nocturna, obteniendo resultados característicos de la condición de ruido ambiental de la zona en estudio. Adicionalmente se registró mediante un anemómetro el viento imperante en cada punto receptor medido, debido a la influencia de éste en el ruido ambiental.

PUNTO	RONDA MEDIODÍA			RONDA TARDE			RONDA NOCHE			FUENTES DE RUIDO
	NPS _{Seq}	NPS _{Min}	NPS _{Máx}	NPS _{Seq}	NPS _{Min}	NPS _{Máx}	NPS _{Seq}	NPS _{Min}	NPS _{Máx}	
A	49	28	63	49	28	63	33	23	46	Viento-follaje, pájaros, insectos
B	69	55	81	69	55	81	55	44	64	Viento, terma
C	63	55	73	63	55	73	52	51	64	Geiser, viento
D	44	25	63	44	25	63	30	23	44	Viento, pájaros, insectos

Las fuentes de ruido predominantes corresponden a viento, pájaros, las propias termas y las emanaciones de las fuentes termales.

Geomorfología y Geología

Los principales rasgos morfoestructurales presentes a la latitud de la zona del proyecto Puchuldiza, son de oeste a este: Cordillera de la Costa, Depresión Central, Precordillera de Antearco, Cordillera Occidental, Altiplano, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas.

El campo geotérmico está emplazado en un área deprimida con un claro control estructural y cuya cuenca está rodeada por cordones abruptos de cerros de direcciones principales NS y son, desde el sur este hacia el norte: Co Chapigualla (4649 msnm), Co Guacalliri (4839msnm), Co Condoriri (48949), Co Aquara (4564), Co Guancarani 4806, Co Calvario, 5032 y Co Berenguela, ubicado en el extremo norte de la cuenca y que corresponde al punto más elevado con 5152 msnm. Hacia el oeste la cuenca está limitada de norte a sur por: Co Blanco 5099m y el cordón de cerros que se eleva paralelo a la quebrada Chiguanani con

altos de hasta 4719 m.s.n.m. pasando por la rinconada de Lupe para culminar en el sur en el cerro Guailane de 4952m.

El campo geotermal de Puchuldiza se encuentra emplazado en un graben limitado al este y oeste por fallas normales de sentido NS y hacia el sur por fallas NW-SE. Las rocas más antiguas corresponden a rocas sedimentarias cretácicas, las que están cubiertas por depósitos volcánicos y sedimentarios cenozoicos.

El campo geotérmico tiene un área de 28 km² con temperaturas de los fluidos en profundidad estimados entre 200°C y 223°C cuyo origen está relacionado con el magmatismo que ha dado origen a la actividad volcánica reciente.

Volcanismo

El centro volcánico activo más cercano al proyecto es el volcán Isluga, ubicado a 32 kilómetros al noreste del área del proyecto. En terreno boliviano se encuentran, a 43 kilómetros al noreste, el volcán Cabaray y a 56 kilómetros al noreste, el volcán Tata Sibaya. Todos estos volcanes se encuentran suficientemente alejados del proyecto como para constituir un peligro geológico.

Las manifestaciones termales de Puchuldiza se agrupan mayoritariamente en un área de 500 por 800 metros, ocupada por depósitos cuaternarios de sinter (caliza formada en el agua dulce en manantiales y fuentes termales) que cubren todo el ancho del valle del estero Puchuldiza en un tramo de cerca de 1000 m. Las aguas se encuentran a temperaturas de entre 80 °C y un máximo de 86 °C, que corresponde a la temperatura de ebullición del agua a 4.200 m.s.n.m.

Estudios geofísicos realizados en la década de los 70 muestran que los límites de la anomalía termal de Puchuldiza estarían asociados a la traza de fallas de orientación NS y NNW, que posiblemente son los bordes del graben dentro del cual se desarrolla este campo geotérmico.

La mayoría de las fuentes termales no presentan erupción y consisten en pozas de formas subcirculares, variables en tamaño desde unos pocos centímetros a 2 m de diámetro, siendo la mayor parte de 20 a 80 cm de diámetro.

Durante el levantamiento de la presente línea base se reconocieron las siguientes variedades de manifestaciones termales en Puchuldiza, a saber: es de fuente activos, es de cono extintos, pozas y fumarolas; además, se encontró un ducto que parece haber correspondido a una poza de barro.

Suelos

Los suelos del área de Puchuldiza está relacionados con los sistemas de laderas, de fondo de río y del sinter que constituye el área de manifestación geotermal visible. Las capacidades de uso son muy limitadas (clases VI , VII y VIII).

Hidrología

En general, la hidrología en la región de Tarapacá se caracteriza por la presencia de regímenes esporádicos y cursos endorreicos, es decir, escurrimientos que permanecen al interior de la cuenca sin la posibilidad de llegar al mar. Las condiciones de aridez predominan en esta región, por lo que generalmente predominan cursos de agua de menor importancia, cuyos principales exponentes son la Quebrada de Tana, la Quebrada de Tarapacá y la Quebrada de Aroma.

Hidrogeología

Para el área de estudio, se definieron cinco unidades hidrogeológicas basadas en sus capacidades de conducir fluidos:

- a) Cubierta Sedimentaria Permeable (QSP): Está conformada por los depósitos aluviales, coluviales y morrenicos cuyas características fueron descritas en el

acápites 4.3.4. Los sedimentos coluviales y aluviales son permeables (K entre 10^{-1} - 10^{-5} m/s), no así los depósitos morrenicos los que por su contenido variable de arcilla pueden ser poco permeables ($K < 10^{-4}$ - 10^{-5} m/s). Se espera que los primeros constituyan acuíferos superficiales, de desarrollo limitado principalmente al norte de Rinconada de Lupe, en la quebrada Andacollo y en los depósitos coluviales al noreste de los baños de Puchuldiza; estos acuíferos superficiales podrían en parte infiltrarse a través de zonas de falla, contactos litológicos y estructuras y alimentar acuíferos más profundos.

- b) **Cubierta Flujos Volcánicos Pliocenos de Permeabilidad Media Baja (QVPM):** Gran parte del área estudiada se encuentra cubierta por flujos de lavas principalmente andesíticas. Estas presentan permeabilidades locales mayores asociadas a sectores fracturados y a diaclasamiento producido durante el enfriamiento de las lavas. Se espera que parte de las aguas meteóricas se infiltren a través de las discontinuidades de estas rocas volcánicas. No constituyen acuíferos.
- c) **Unidad Vulcano Sedimentaria de Baja Permeabilidad (MBP):** Dentro de esta unidad se han agrupado aquellas formaciones volcánicas y sedimentarias que por sus características no constituyen acuíferos y que tienen una baja permeabilidad. Es de esperar infiltración de aguas meteóricas en las zonas de falla y en los contactos entre coladas y/o formaciones. En esta unidad se han incluido a las formaciones Lupe, y miembro superior de las formaciones Puchuldiza y Condori.
- d) **Unidad Vulcano Sedimentaria de Moderada a Alta Permeabilidad (MMA):** Se han agrupado dentro de esta unidad aquellas formaciones que por sus características presentan una moderada a alta permeabilidad y que podrían constituir acuíferos, estas son:
- Formación Puchuldiza, miembro inferior: Constituido por andesitas con permeabilidad secundaria producida por las fracturas, que en superficie están selladas por la actividad hidrotermal.
 - Formación Condori: miembro inferior constituido por tobas soldadas y brechas con niveles de arenas poco cementadas en su parte superior. Buena permeabilidad en los contactos entre las distintas coladas de tobas, en los niveles arenosos y sectores fracturados.
 - Formación Chojña Chaya: areniscas moderadamente permeables, no constituirían un buen acuífero pero permitirían la infiltración.
 - Formación Utayane: Ignimbritas silicificadas muy fracturadas, podrían constituir un buen acuífero.
- e) **Unidad de Basamiento Impermeable (KBI):** Compuesto por la Formación Churicollo: areniscas y brechas conglomerádicas, cementadas las que presentan una baja permeabilidad y constituyen el basamento del sistema.

4.4.2. Medio Biótico

Vegetación y Flora

En el área de estudio se presentan dos tipos de vegetación, siendo la de mayor representatividad espacial la vegetación zonal, mientras que la vegetación del tipo azonal es bastante puntual y restringida a aquellos sectores en donde existe un aporte hídrico mayor al promedio general de la cuenca y de carácter permanente.

Las unidades de vegetación (zonal o azonal) ocupan gran parte de la superficie, lo que determina un paisaje en donde resaltan los elementos vegetacionales por sobre aquellos sectores desprovistos de vegetación. Al respecto se puede señalar que las distintas formaciones vegetacionales del tipo zonal corresponden a formaciones mono, bi y triestratificadas siendo las segundas las que se presentan con mayor regularidad en el área, en las cuales dominan especies herbáceas, con

cubrimientos generalmente superiores a 50%. En cuanto a la vegetación azonal se puede concluir que corresponden a formaciones herbáceas cuyos cubrimientos se encuentran en torno al 50 – 90 por ciento de la superficie.

La flora local identificada se compone de un total de 19 especies, todas ellas autóctonas con 2 de ellas con problemas de conservación, *Azorella compacta* (Llaretá) y *Polylepis tarapacana* (Queñoa), ambas clasificadas en la categoría Vulnerable, de acuerdo con el D.S. N° 51/2008 MINSEGPRES.

Se debe destacar la relevancia de la vegetación azonal hídrica del área de influencia del proyecto, la cual si bien no representa una elevada superficie, desde el punto de vista del funcionamiento de los sistemas biológicos representa la principal fuente alimentaria de los herbívoros locales, además de mantener una importante y particular diversidad específica.

Fauna Terrestre

La siguiente tabla muestra la riqueza y abundancia de vertebrados para los distintos ambientes del área de influencia del proyecto (AIP), así como los promedios que corresponden al AIP misma.

NOMBRE COMUN	ABUNDANCIA (IND/HA)				
	P. HIDRICO	PAJONAL	TOLAR	BOFEDAL	AIP
AVES					
Pato gargantillo	1,67	0,00	0,00	0,00	0,42
Pato jergón chico	3,33	0,00	0,00	0,00	0,83
Pato jergón grande	17,50	0,00	0,00	0,00	4,38
Piuquén	1,67	0,00	0,00	0,00	0,42
Pato juarjal	2,50	0,00	0,00	0,00	0,63
Pato cortacorrientes	*	0,00	0,00	0,00	0,00
Cóndor	0,00	*	0,00	0,00	0,00
Cometocino del norte	0,00	0,00	2,50	2,50	1,25
Pájaro Plomo	5,83	1,67	5,83	1,67	3,75
Chirihue verdoso	0,00	0,00	2,50	2,50	1,25
Chirihue cordillerano	0,83	0,00	3,33	3,33	1,88
Jilguero negro	0,00	0,00	0,83	0,00	0,21
Canastero chico	3,33	0,00	1,67	0,83	1,46
Churrete de alas blancas	0,00	0,00	0,83	0,00	0,21
Minero	2,50	0,83	3,33	4,17	2,71
Golondrina bermeja	1,67	0,00	0,00	0,00	0,42
Golondrina de dorso negro	1,67	0,00	2,50	2,50	1,67
Mero de la puna	0,00	0,00	0,83	0,83	0,42
Mero gaucho	0,00	0,00	0,83	0,83	0,42
Colegial del norte	0,00	0,00	2,50	2,50	1,25
Dormilona fraile	5,83	0,00	3,33	5,00	3,54
Dormilona de la puna	0,83	0,00	1,67	0,00	0,63
Suri	10,83	0,00	0,00	0,00	2,71
Perdiz de la puna	5,83	0,00	5,83	2,50	3,54
TOTAL DE AVES	65,83	0,00	38,33	29,17	33,96
MAMIFEROS					
Llama	2,50	0,00	0,00	0,00	0,63
Alpaca	1,60	0,00	0,00	0,00	0,40
Vicuña	1,40	0,00	0,00	0,00	0,35
Zorro chilla o gris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Burro feral	0,50	0,00	0,00	0,00	0,13
Ratón de vientre blanco	2,38	0,00	0,00	0,00	0,60
Vizcacha	0,00	0,00	*	0,00	0,00
TOTAL MAMIFEROS	8,38	0,00	0,00	0,00	2,10
REPTILES					
Lagartija pantera	25,00	0,00	*	0,00	6,25
Lagarto rubricado	0,00	*	*	0,00	0,00
TOTAL REPTILES	25,00	0,00	0,00	0,00	6,25
ANFIBIOS					
Sapo espinoso	**	0,00	0,00	**	0,00
TOTAL ANFIBIOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL GLOBAL	99,21	2,50	38,33	29,17	42,30

*se observaron individuos fuera de los transectos, por lo que no son cuantificables

**se contabilizaron individuos en transecto, pero en estado larval, no encontrándose adultos

Es evidente que la mayor riqueza específica se encuentra asociada a ambientes que presentan el mayor grado de complejidad estructural, como lo son las áreas identificadas como pajonal hídrico, con 24 especies observadas. Le siguen en riqueza los ambientes de tolar con 18 y bofedal 13 especies y finalmente con una muy baja riqueza se presentan los pajonales con solo 4 especies observadas.

En general todos los ambientes del área de proyecto presentan atributos que le otorgan un importante valor ecológico, lo cual se evidencia al observar los diferentes parámetros calculados para cada uno de dichos ambientes.

Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área

	P. HIDRICO	PAJONAL	TOLAR	BOFEDAL
Riqueza (N° spp)	24	4	18	13
Abundancia (ind/ha)	99,2	2,5	38,3	29,2
Cat. De conservación (N° spp)	8	2	5	3
Especies exóticas (N° spp)	1	0	0	0

No obstante lo anterior, los ambientes de pajonal hídrico y bofedales se consideran ambientes particularmente sensibles, primero por su condición azonal y segundo por los altos valores que presentan los principales índices de biodiversidad calculados en el presente estudio.

Flora y Fauna Acuática, Calidad de Agua

Los tramos del área de estudio que incluyen al estero Puchuldiza y dos vertientes afluentes corresponden a sistemas de bajo caudal, someros y probablemente intermitentes. Los cursos presentan frecuentemente alta transparencia en la columna de agua y un sustrato variable, con tramos con lecho de tipo rocoso y otros en los que predominó arena y limo. Hubo presencia de macrófitas en todas las estaciones de muestreo ubicadas en vertientes o en el estero Puchuldiza, sin embargo, la condición del ensamble de macrófitas es crecientemente más favorable en los tramos del estero Puchuldiza ubicados a mayor distancia de la descarga de afloramientos.

El análisis de los parámetros de calidad de agua mostró una condición generalizada de alta concentración de iones y cationes, lo cual es evidentemente explicable en base a la presencia de actividad geotérmica en el área y al origen de los suelos. En general, la condición de la calidad del agua en todos los tramos prospectados del estero Puchuldiza ubicados en el área de influencia del proyecto, muestran aptitudes disímiles para el riego, ello definido en función de los parámetros: conductividad específica, sólidos disueltos, totales, arsénico, boro, cadmio, cloruro, litio y sodio (porcentual), donde la vertiente afluente al estero Puchuldiza ubicada aguas arriba del sector de es (estación de muestreo E1) presenta condiciones favorables de calidad de agua que permiten que este recurso sea usado para riego sin restricciones, mientras la calidad de agua de la otra vertiente muestreada en este estudio (estación de muestreo E3) no muestra condiciones que permitan el uso para riego, lo cual lleva a plantear que no todas las vertientes en el área de influencia del proyecto son potencialmente utilizables para riego y que esta condición es altamente variable lo cual impide hacer generalizaciones en este sentido.

El área prospectada presenta ausencia de intervención antrópica, lo cual se puso en evidencia debido a los valores nulos de coliformes fecales medidos en toda el área de estudio (valores menores al límite de detección analítica).

Los valores de todos los parámetros de calidad de agua evaluados en el área de estudio indican condiciones favorables de calidad de agua para el desarrollo de biota acuática, ya que todos los parámetros presentaron valores menores a los valores límites indicados en la Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78. Sin embargo, se debe mencionar que a pesar de este cumplimiento, hubo un escaso desarrollo de flora y fauna acuática, específicamente debido a la ausencia de peces en todos los tramos de estudio.

En relación a los ensambles biológicos, los ensambles bentónicos fueron abundantes y diversos tanto en el estero Puchuldiza como en las vertientes afluentes. Hubo un patrón significativo que mostró una menor abundancia y riqueza en el tramo del estero Puchuldiza afectado directamente por la descarga de afloramientos de es (estación de muestreo E3), lo cual permite indicar un efecto negativo significativo de la condición del agua de estos afloramientos sobre los ensambles biológicos del área de estudio. Hacia aguas abajo, este efecto va disminuyendo por la disolución de aportes laterales (vertientes), lo cual es confirmado por la mayor abundancia y riqueza de los ensambles bentónicos y de la flora acuática en la estación de muestreo más alejada del sector de es (estación de muestreo E6).

En base a lo anterior, es posible concluir que la calidad del agua del recurso en el área de estudio indica la presencia de un ambiente singular y extremo para la biota existente, la que está adaptada a las condiciones de hábitat que presentan los ambientes altiplánicos. En base a esta singularidad, es posible indicar que el área de estudio presenta alta valoración, sin embargo, la ausencia de peces y de taxa con problemas de conservación biológica permiten bajar esta valoración e indicar valores intermedios de "Relevancia ambiental" para esta área.

4.4.3. Medio Socioeconómico y Cultural

4.4.3.1. Población

La comparación de los censos 1992 y 2002 indica para el conjunto del área un aumento en solo 8 residentes, lo que se traduce en un crecimiento prácticamente nulo a una tasa media anual de 0,04% para el periodo. Este ritmo de crecimiento no fue homogéneo, identificándose dinámicas diferentes por distrito censal: de crecimiento nulo en sectores como Isluga y Puchuldiza (a tasas de 0,0 a 0,1%); de carácter moderado en Cariquima (1,7%); de alto crecimiento en Caico (2,9%), pero de bajo impacto al tratarse de un sector con menos de 50 residentes; y situaciones de pérdida de población en los sectores de Chiapa y Guaviña (-3,1 a -0,7%).

Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.

COMUNA/ DISTRITOS	POBLACIÓN 1992	POBLACIÓN 2002	VARIACIÓN %	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO (r)	SUPERFICIE Km ²	DENSIDAD HAB/Km ²
Comuna de Colchane	1.555	1.649	6,0	0,6	4.016	0,4
Isluga	1.121	1.131	0,9	0,1	1.573	0,7
Cariquima	404	480	18,8	1,7	1.558	0,3
Puchuldiza	6	6	0,0	0,0	338	0,0
Caico	24	32	33,3	2,9	548	0,1
Sectores Comuna de Huara	627	541	-13,7	-1,5	1.661	0,3
Chiapa	220	160	-27,3	-3,1	854	0,2
Guaviña	407	381	-6,4	-0,7	808	0,5
Área de Estudio	2.182	2.190	0,4	0,04	5.677	0,4

4.4.3.2. Composición de Población

El rasgo particular para el área de estudio en términos de composición de población se relaciona con la pertenencia étnica, situación ya destacada al exponer las tipologías de entidades pobladas dada la existencia de cerca de un 70% de entidades en la categoría de Comunidad Indígena.

En efecto, se estima que de la población total aproximadamente un 79,3% declaró en el último censo pertenecer a algún pueblo originario o indígena. De la población total un 76,8% indicó pertenencia a la cultura Aymara, segmento mayoritario que no solo se localiza en las comunidades indígenas de la comuna

de Colchane, sino que también representa un grupo mayoritario de residentes de las entidades pobladas de los distritos de Chiapa y Guaviña de la Comuna de Huara.

4.4.3.3. Aspectos Socioeconómicos

• Economía y Situación Ocupacional

Según el Censo 2002, la comuna de Colchane tiene dos actividades económicas principales, la agricultura y la ganadería, el 37,50% de las actividades corresponden a agricultura, ganadería, caza y actividades asociadas. Con un 25% le sigue la actividad de administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria.

En un análisis comparado intercensal, la información del Censo 2002 muestra una gran disminución en el porcentaje de la población económicamente activa que se dedica a actividades agrícolas y ganaderas (55% en 1992 a 37,25% en el 2002). Se suma a ello que en el año 2002 más del 55% de la población económicamente activa se concentra en el sector terciario, dentro de este sector las actividades que más concentran población son:

- Administración Pública: 21,39%
- Comercio: 13,37%
- Transporte y Comunicaciones: 9,45%
- Enseñanza: 6,06%

• Infraestructura y Equipamiento Básico

Vivienda

En la comuna de Colchane existían un total de 1392 viviendas el año 2002. Por lo general éstas corresponden a la categoría de rancho o choza, representando un 55,78%. Las viviendas de mejora o mediagua también tienen un porcentaje elevando dentro de la comuna (32,47%).

Tipo de Vivienda Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	NUMERO DE CASOS						
Casa	85	17	1		10		
Piezas en casa antigua o conventillo	2				1		
Mejora, mediagua	200	58	20	7	74	6	
Rancho, choza	252	125	34	39	155	13	9
Otro tipo de vivienda particular					2		
Vivienda colectiva (Residencial, Hotel, Hospital, etc.)	7	1		1	3		
Móvil (carpa, vagón, container, bote, lancha, similar)							2
Total	546	201	55	47	245	19	11

Las viviendas que hoy se encuentran en los distintos poblados conforman un mosaico tanto de estilo arquitectónico como en cuanto a la materialidad.

Según el Censo de 2002, la materialidad de las viviendas se distribuye en adobe y madera o tabique forrado, con un 46,70% y un 44,51% respectivamente. Si bien las viviendas tradicionales conservan aún el adobe como material básico en la

construcción y las techumbres de origen vegetal; el sismo del año 2005 determinó otra orientación de la construcción en la zona. A través de subsidios de emergencia, SERVIU construyó sets de viviendas de bloqueta y techos de zinc, sin consideraciones de pertinencia ambiental como tampoco cultural en su diseño y orientación geográfica.

Comunicaciones

En relación a la telefonía rural, la comuna de Colchane cuenta con señal de celular recién desde el año 2009, ésta es provista por la compañía Entel y tiene cobertura en la localidad de Colchane y en algunos sectores cercanos. Hay que mencionar que las localidades de Mauque, Puchuldiza, Cariquima y Enquelga no cuentan con señal.

Servicios básicos

✓ Agua potable

Colchane cuenta con un sistema de APR a través de diferentes vertientes que distribuyen el agua en las localidades y entidades que componen la comuna. En la comuna existen tres Comité de Agua Potable Rural, éstos son los responsables de realizar el sistema de cloración para que el agua pueda beberse. Los APR están relacionados con las vertientes que proveen de agua a la comuna. Éstos son el APR de Colchane, el APR de Enquelga y el APR de Cariquima.

La vertiente que se utiliza para acceder al agua en Colchane es Mikiljawa, a través de ella se abastece también a otras localidades: Pisiga Carpa, Pisiga Choque, Pisiga Centro, Cotasaya, Central Citani y Escapiña.

✓ Sistemas de saneamiento

La comuna no cuenta con un sistema de alcantarillado. En el Censo 2002 un 31,59% de los hogares están conectados al alcantarillado, esto puede interpretarse como un error del proceso censal ya que la comuna no cuenta con este tipo de sistema, pudiendo deberse esta información censal a un sesgo en la manera de efectuar la pregunta.

✓ Acceso a energía eléctrica

En la comuna de Colchane no existe un sistema de electrificación que permita iluminación permanente. La comuna tiene acceso a luz 4 horas al día, de las 20:00 a las 24:00 hrs y es provisto por un generador a petróleo de la Municipalidad que distribuye la energía a las diferentes localidades.

✓ Sistema de eliminación de residuos domiciliarios

La provincia del Tamarugal cuenta con dos sitios de disposición con Calificación Ambiental, en las comunas de Camiña y Pica. La comuna de Colchane no cuenta con Relleno Sanitario, sino que solamente con "zanjas sanitarias" que no tienen ningún sistema de tratamiento de los residuos -como cobertura de las basuras-, contando sólo con un cierre perimetral de alambre que permite el ingreso de animales. Las zanjas se ubican en terrenos particulares, en las localidades de Colchane y Cariquima.

✓ Sistema educacional

En la comuna existen 5 Escuelas Básicas distribuidas en diferentes localidades:

Escuelas Básicas Comuna Colchane

LOCALIDAD	NOMBRE ESCUELA	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD DE ALUMNOS AÑO 2009	CANTIDAD DE ALUMNOS AÑO 2010
Colchane	Escuela Básica Fronteriza Colchane	La escuela es hasta octavo básico. Cada curso cuenta con un profesor. La escuela tiene un internado para alojar a los alumnos que vienen de otras localidades.	140 aprox	140 aprox
Pisiga Choque	Escuela Pisiga Choque G68	La escuela es hasta sexto básico. Profesor unidocente. La Escuela cuenta con un panel solar y con una cancha cerrada con luces con aros de basketball	8	6
Enquelga	Escuela Enquelga G69	La escuela es hasta sexto básico. Profesor unidocente. La escuela cuenta con paneles solares y también con una cancha que tiene iluminación.	3	3
Cariquima	Escuela Básica D66 Cariquima	La escuela es hasta octavo básico. Cuenta con cuatro profesores y los cursos son combinados. La escuela cuenta con una antena de telefonía.	23	21
Mauque	Escuela Mauque	La escuela es hasta sexto básico Profesor unidocente.	3	2

✓ Sistema de Salud

La comuna de Colchane cuenta con tres servicios asistenciales de salud, de dependencia presupuestaria y administrativa municipal:

- Enquelga: Estación Médico Rural
- Cariquima: Estación Médica Rural
- Colchane: Posta Rural, con Servicio de Urgencia Rural

✓ Infraestructura Vial y de Transporte

El camino de acceso a la localidad de Colchane es a través de la ruta A-55, la cual en estos momentos se encuentra en reparación, debido a que es parte de la carretera bioceánica, que piensa unir el Océano Pacífico con el Atlántico.

Para el Municipio de Colchane, el mejoramiento de esta ruta, significará una mayor circulación de transporte, comercio y turistas. Este aumento en el movimiento de transeúntes, puede significar un desarrollo, traducido en una mayor conectividad para la comuna.

Para acceder a las localidades de la comuna los caminos son de tierra y en ocasiones no se cuenta con la señalética necesaria para identificarlos en la ruta. Los caminos por lo general se encuentran en buen estado, el único problema que presentan son las calaminas que se forman por el paso de los vehículos. Una de las razones por las que éstas existan, en casi todas las rutas, es la falta de mantención de las mismas.

✓ Aspectos Culturales

Dentro de las manifestaciones culturales más destacadas encontramos el uso de la lengua aymara y la medicina tradicional. Hoy la lengua aymara es la segunda más importante del mundo andino, y la tercera en importancia numérica entre las lenguas originarias de la América Meridional. Actualmente existe en la comuna de Colchane un énfasis en recuperar el uso cotidiano del aymara en las nuevas generaciones, a través de los esfuerzo del Programa de Educación Intercultural Bilingüe, y asimismo, de alfabetizar a los adultos mayores en el uso de la lengua castellana, a través del programa Chile Califica.

✓ Religiosidad y Patrimonio Material e Inmaterial

El Carnaval de Isluga es sin duda el evento de mayor relevancia simbólica en la zona. Se produce en el mes de febrero y congrega a los habitantes católicos de todos los poblados del Araj Saya, que deben "subir" desde las zonas urbanas

donde viven o bien llegar desde los diferentes poblados de la jurisdicción. La participación de la comunidad aymara urbana residente es muy alta.

Según la observación etnográfica propia, la fiesta contempla la instalación de cuatro divisiones territoriales simbólicas (el ayllu) habiendo dos por Saya. A cargo de cada cual hay una pareja de pasantes o alférez, que cada año deben rotar para agasajar a los participantes. El sacrificio económico de costear la fiesta es efectuado por estos pasantes y retribuido material y simbólicamente por los asistentes.

Otros aspectos de patrimonio cultural lo constituyen las estructuras en forma de campanario de iglesia, que están situadas en lo alto de los cerros, a la entrada o salida de los poblados. No todos estos las poseen, pero si hemos encontrado algunas. Dentro de la cosmovisión sincrética aymara estos lugares son considerados como espacios que actualizan la creencia en espíritus guardianes de lugares, que deben ser ofrendados.

4.4.3.4. Uso de Suelo

En cuanto al uso del suelo para actividades agropecuarias (agricultura, pastoreo) en el área de estudio, se delimitó un total de 3 unidades de uso del suelo, las que suman un total de 2.887 hectáreas.

Uso de Suelo en el área de estudio

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Zona de pastoreo (bofedal y pajonal hídrico)	120,68	4,18
Terreno natural (pajonal, tolar)	2.716,30	94,08
Sinter (área de manifestación hidrotermal)	50,02	1,73
Total	2.887,00	100

Un 94,08% del área de estudio, se designa como terreno natural, vegetacionalmente corresponde a las formaciones vegetacionales de tolar, pajonal con presencia o no de llareta y queñoa, su capacidad de carga animal es muy bajo debido a la falta de agua que no permite el crecimiento de una vegetación más abundante. La topografía en esta unidad va desde pendientes ligeras a abruptas, actuando principalmente como terreno de tránsito del ganado o de la fauna silvestre.

La zona de bofedal y pajonal hídrico es aquella con mejores condiciones para labores de pastoreo y corresponde a un 4,18% de la superficie. Posee una mayor presencia de vegetación, topografía con una escasa pendiente, donde es posible apreciar agrupamientos de camélidos domésticos y silvestres. En general la zona no presenta manejo de praderas, no se observan cercos, pircas o barreras que restrinja el desplazamiento de los animales conforme a las costumbres de las comunidades.

4.4.3.5. Patrimonio Cultural

- ✓ Monumentos Nacionales con Declaratoria: El análisis bibliográfico de gabinete junto a la revisión de los Archivos del Consejo de Monumentos Nacionales, sobre el área de influencia directa del proyecto permitió dilucidar que no existen monumentos nacionales declarados: histórico, santuario de la naturaleza y zona típica.
- ✓ Monumentos Arqueológicos: Para el área de emplazamiento del proyecto y sus cercanías, no existen antecedentes sobre recursos arqueológicos o paleontológicos. Esto es así, debido a la carencia de investigaciones arqueológicas sistemáticas. Así es como el Catastro del MOP (1994), tampoco registra sitios arqueológicos. Sólo en Isluga se han realizado investigaciones arqueológicas (Sanhueza, J. 1981; Sanhueza, J. y O. Olmos 1981), localidad situada a más de 40 Km. del área en estudio.

4.4.3.6. Análisis Turismo

Actualmente la comuna de Colchane cuenta con un Plan de Desarrollo Turístico (PLADETUR) que orienta al sector turismo. Además, es importante destacar que en la comuna (AID) también existen varios proyectos o iniciativas turísticas de administración externa a la del municipio.

En el AID se identificaron en total de 3 iniciativas de carácter turístico, además de 2 de carácter de conservación que se vincula con el turismo. Estas iniciativas son presentadas a continuación.

- Zona de Interés Turístico (ZOIT) de Colchane
- Ruta de Sendero de Chile: "Kala Uta"
- Ruta Patrimonial
- Monumentos Nacionales
- Parque Nacional Volcán Isluga

ZOIT de Colchane Una zona de interés turístico es un instrumento de planificación territorial que faculta al Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) a delimitar un territorio con vocación turística, para promover un desarrollo turístico sustentable.

Los beneficios para un territorio sobre la declaratoria como ZOIT son las siguientes:

- Posiciona el destino turístico.
- Prioriza el turismo como actividad relevante en la comuna.
- Un área protegida es atractiva para decidir el destino turístico.
- Otorga los lineamientos sobre el tipo turismo a desarrollar.
- Habrá difusión de la zona por canales de SERNATUR a nivel nacional e internacional.

La ZOIT de Colchane abarca toda la comuna de Colchane, que posee una superficie total de 4015 km², fue declarada como tal en Mayo del 2008.

4.4.3.7. Análisis Paisaje

A partir de los puntos de observación se definieron las unidades de paisaje (4) presentes en el territorio, las cuales se asocian a las vistas panorámicas que presentan y las condiciones físicas y bióticas del lugar.

A continuación se exponen en detalle la valoración por componentes de cada Unidad de Paisaje para la obtención de dichos resultados.

Valoración por componentes para cada UP

N°	Unidad de Paisaje (UP)	Calidad Visual	Fragilidad Visual
1	Fondos de quebradas	Alta	Alta
2	Coirón	Alta	Alta
3	Bofedales	Alta	Alta
4	Géiser	Alta	Alta

De acuerdo a los resultados entregados por la evaluación de paisaje, se determina que todas las unidades presentes en el área de estudio cuentan con una calidad y fragilidad alta, por lo tanto cualquier intervención que se desarrolle en el lugar, debe desarrollar medidas de control y mitigación.

Los elementos paisajísticos preponderantes dentro de todas las unidades, son la geomorfología, la vegetación y las vistas panorámicas sin intervención. Esto se explica por la relación directa existente entre los elementos físicos y bióticos.

4.5. Objetivo

El proyecto tiene como propósito localizar, perforar y efectuar pruebas de pozos geotermales profundos en un sector del área de concesión geotérmica Puchuldiza Sur 2.

5. Que, conforme a lo dispuesto en el artículo 53 del Reglamento del SEIA se recibieron 20 observaciones al Estudio de Impacto Ambiental.

Las observaciones formuladas que cumplen los requisitos establecidos en el artículo 29 de la Ley N° 19.300 y en el artículo 53 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental se sistematizan y evalúan técnicamente a continuación:

1. Nombre: Felino Mamani Flores

Observación:

La oposición al proyecto es porque la exploración afectaría gravemente al medio ambiente y los geysers que ya están muy afectados

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que esta es pertinente ya que hace alusión a los potenciales efectos, características y circunstancias establecidas en el artículo 11 de la ley N° 19.300. Al respecto, los órganos de la administración del estado, que de acuerdo a sus competencias, participaron del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, se han pronunciado conforme, concluyendo que el proyecto cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas para hacerse cargo de los efectos señalados en dicho artículo, como también de las medidas de seguimiento respectivas.

2. Nombre: Karina Mamani Vilches

Observación:

Nos sentimos perjudicados por la directiva actual, ya que están negociando con la GGE sin nuestro consentimiento

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que esta no es pertinente debido a que el proceso de evaluación de impacto ambiental se orienta a dar a conocer las diferentes variables ambientales del proyecto en cuestión, por tanto, las medidas de mitigación, compensación y reparación van asociadas en términos ambientales. Y así, no es competencia de este Servicio pronunciarse y/o resolver negociaciones económicas entre terceros.

3. Nombre: Karina Mamani Vilches

Observación:

Rechazamos la exploración, por ser perjudicial al medio ambiente y los geysers que están muy cerca.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que esta es pertinente ya que hace alusión a los potenciales efectos, características y circunstancias establecidas en el artículo 11 de la ley N° 19.300. Al respecto, los órganos de la administración del estado, que de acuerdo a sus competencias, participaron del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se han pronunciado conforme, concluyendo que el proyecto cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas para hacerse cargo de los efectos señalados en dicho artículo, como también de las medidas de seguimiento respectivas.

4. Nombre: Karina Mamani Vilches

Observación:

El medio ambiente está muy malogrado desde el año 1973 entonces por la Corfo y luego por la Barrik.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que esta no es pertinente por cuanto hace referencia a proyectos o actividades que no están siendo sometidos a evaluación ambiental y no al actual acto administrativo. No obstante lo anterior, los órganos de la administración del estado, que de acuerdo a sus competencias, participaron del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se han pronunciado conforme, concluyendo que el proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2" cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas para hacerse cargo de los efectos señalados en el artículo 11 de la ley N° 19.300, como también de las medidas de seguimiento respectivas.

5. Nombre: Karina Mamani Vilches

Observación:

Pedimos al Comité Técnico de Evaluación Ambiental visite dicho lugar de exploración y la vez podamos participar en dicha visita para aportar más antecedentes, como se puede ver la pretensiones de GGE Chile no puede desplazarse por falta de requisitos.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se señala que los órganos de la administración del estado, que de acuerdo a sus competencias, participaron del proceso de evaluación ambiental, concurrieron al sector donde se realizarán las exploraciones, el día 9 de marzo del 2011, para constatar en terreno los antecedentes descritos en el Estudio de Impacto Ambiental. No obstante, dichos servicios públicos, se han pronunciado conforme, concluyendo que el proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2" cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas para hacerse cargo de los efectos señalados en el artículo 11 de la ley N° 19.300, como también de las medidas de seguimiento respectivas.

6. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Si bien, dentro de la Línea Base se encuentran detallados los sitios arqueológicos ubicados dentro del polígono de exploración, y excluidos de las áreas de trabajo, no se detalla un proceso de control y resguardo de dichos sitios durante los trabajos de exploración. Las medidas a adoptar en caso de accidentes que dañen dichos sitios, etcétera.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que es pertinente toda vez que hace referencia a la predicción de impactos sobre el patrimonio cultural, en tal sentido se señala que en el anexo 9 de la Adenda 1, se detallan las medidas de seguimiento del patrimonio arqueológico, las cuales son: a. Medidas o Parámetros a controlar: Visitas periódicas de un especialista (profesional arqueólogo) para constatar el estado de los sitios arqueológicos determinados en la línea de base. b. Puntos de Control: De acuerdo a un plan establecido de visitas y verificación de estado, se contempla informar sobre 28 sitios reconocidos en la inspección arqueológica. (Coordenadas en anexo 9, adenda 1, página 1-25). c. Metodología: Comprende principalmente la verificación in situ mediante recorrido pedestre. Verificando: Estado de señalética sobre presencia de sitios de interés patrimonial. Estado del sitio y verificación de no intervención en el periodo. d. Duración y frecuencia: Las visitas tendrán una frecuencia mensual e. Indicadores de éxito o

cumplimiento: El método de calificación se basará en la asignación de grados de cumplimiento de la actividad verificada: Conforme: cuando se verifican favorablemente todas las medidas indicadas para el total de sitios. Inconforme: cuando se verifica que ha existido intervención o daño en al menos uno de los sitios de interés patrimonial. f. Producto del plan: Informe mensual de actividades. Por otro lado, cabe indicar que este Plan de Seguimiento es complementario a las restantes actividades de verificación y liberación arqueológica que se realizarán conforme a lo indicado en la Adenda 1, específicamente en lo señalado en el Plan de medidas de Mitigación, Compensación y/o Reparación (pág. 68).

7. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

El área de exploración de Energía Geotérmica Puchuldiza Sur 2 se encuentra dentro del Área de Desarrollo Indígena "Jiwasa Oraje", declarada por el Decreto Supremo N° 67 de 2001.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que efectivamente el área de exploración del EIA "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2", se encuentra dentro del Área de Desarrollo Indígena "Jiwasa Oraje". A modo de complemento, se indica que para garantizar la participación informada de la comunidad se desarrollaron actividades de aprestos y talleres ciudadanos en las comunas de Colchane y Alto Hospicio los días 11 y 13 de febrero de 2011 respectivamente.

8. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Existen dentro del polígono de Concesión de Exploración de Energía geotérmica Puchuldiza Sur 2, la Comunidad Indígena Aymara Mauque -Puchuldiza, la que fue creada según la Ley Indígena, y se encuentra con personalidad jurídica vigente. Además de tener régimen de propiedad inscrita a nombre de la misma Comunidad, por tanto se encuentra dentro de territorios indígenas. Sin perjuicio de lo anterior, existen dueños de terrenos dentro del territorio afectado que gozan de la calidad de indígenas, que no son parte de la comunidad antes mencionada y que también se verían afectados, cual es mi caso.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que, sin entrar a pronunciarse sobre la calidad de miembro de la comunidad indígena Mauque-Puchuldiza a que se refiere el observante, ésta no dice relación a los potenciales efectos, características y circunstancias establecidas en el artículo 11 de la ley N° 19.300 o bien al proceso de evaluación ambiental propiamente tal. No obstante lo anterior, los órganos de la administración del estado, que de acuerdo a sus competencias, participaron del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental se han pronunciado conforme, concluyendo que el proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2" cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas para hacerse cargo de los efectos señalados en el artículo 11, como también de las medidas de seguimiento respectivas.

9. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita al titular: - Acuerdo, por escrito, firmado por el Representante legal de la Comunidad de Mauque Puchuldiza, en donde se acredite las condiciones del mencionado acuerdo. - Individualización de la Inscripción de los derechos de aguas de la cual se informa que la Comunidad es dueña. (se solicita idealmente copia de la Inscripción en el Conservador de Bienes Raíces).

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se considera que esta no es pertinente por cuanto el requerimiento hecho no corresponde al espíritu ni al sentido del proceso

de Participación Ciudadana. No obstante, el titular se hizo cargo de la observación y adjuntó documentación al efecto en la Adenda N° 2.

10. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se Solicita al titular: - Coordenadas de ubicación de las captaciones provisorias. Cabe destacar que estas captaciones se deben realizar en las coordenadas donde el derecho de agua se encuentra inscrito, de lo contrario, se debe solicitar una modificación de bocatoma, conforme a lo establecido en el Artículo 151 y siguientes del Código de Aguas.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, se señala que en la Adenda 1 del capítulo "Descripción de proyecto" (Pág. 22) se indica que se dispondrá de dos fuentes de captación, que se encuentran inscritas (en el Conservador de Bienes Raíces de Pozo Almonte) bajo los derechos de agua de la Comunidad Mauque Puchuldiza. Las coordenadas de ubicación son las siguientes: • Estero Puchuldiza (agua para perforación): Norte Este 1) 7.854.814 501.411 2) 7.855.675 500.809 3) 7.853.720 592.976 • Quebrada Andacollo (Agua para cementación) Norte Este 1) 7.855.818 502.208 En el caso de la captación N° 2 referida en la Quebrada Ancocollo, ésta se utilizará solamente cuando se requiera agua de mejor calidad que la del estero Puchuldiza.

11. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicitan las coordenadas de ubicación de estanques de almacenamiento de los recursos hídricos a utilizar.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que los estanques de almacenamiento de agua estarán ubicados en las respectivas plataformas de pozos profundos de exploración geotérmica. Las coordenadas geográficas aparecen descritas en el punto 2.3.4. del EIA.

12. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita al titular indicar cuál será el método de medición, control y registro de las aguas a extraer desde el cauce (se indica 3 l/s durante la perforación de cada pozo).

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada se señala, que según lo descrito en la Adenda 1, el sistema de extracción propuesto comprende una zanja excavada en el lecho que se rellenará con balones y ripios del mismo estero, conectándose con una cámara de hormigón prefabricada. Sobre la cámara se instalará una motobomba y un medidor de caudal. Dicha cámara tendrá una conexión directa con el agua del estero y el nivel de agua en la cámara se mantendrá al mismo nivel como el estero.

13. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita indicar si existirá vertimiento de aguas, al suelo, o vía infiltración, o a cauces superficiales, ya sea debido a pruebas hidráulicas de los pozos, o como residuo del fluido de perforación, o por otro concepto; y en caso que así sea, señalar cómo se garantizará el cumplimiento de la norma de emisión respectiva.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada y conforme a lo señalado por el titular en la Adenda 1 "Descripción de proyecto" (pág. 24), este Servicio señala que el proyecto de exploración geotérmica no generará efluentes industriales ni durante la etapa de construcción (perforación) ni en la etapa de operación (pruebas). Durante el proceso de perforación, los fluidos geotérmicos se mantendrán dentro de un circuito cerrado y serán usados en el lodo de perforación. Dentro del sistema de recirculación habrá una piscina con dimensiones de 30 m x 30 m x 3 m con una capacidad de 1500 m³ y una revancha de 0,5 m, que almacenará el lodo usado y que eventualmente captará cualquier exceso de fluidos. Durante la fase de pruebas del pozo, solamente se toma muestras de los fluidos para análisis. Una prueba más prolongada entre tres o más pozos involucra el bombeo de agua de un pozo y la reinyección de los fluidos al reservorio geotérmico por otro pozo. En caso de algún problema de circulación de fluidos, se podría dirigir el flujo hacia la piscina de lodos. Por último y frente a eventos de precipitaciones, la revancha de la piscina o estanque permite acoger un volumen de al menos 40 m³ adicionales, lo que mantendrá un margen de seguridad amplio frente a este tipo de eventos. A lo anterior se agrega, que las plataformas se diseñaron con un sistema de contención externa de aguas lluvias, que impide el ingreso de agua a las instalaciones.

14. Nombre: Remigio Mamani Flores**Observación:**

Se solicita al Titular un estudio hidrogeológico que explique el comportamiento hidráulico de los Geiser, con antecedentes de constantes hidráulicas, coeficiente de almacenamiento, límites, espesor saturado, nivel freático y zonas de recarga. Dicho estudio debiera permitir el predecir eventuales descensos del nivel freático producto de las pruebas de bombeo.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada y conforme a los compromisos señalados por el titular en la Adenda N°1, respecto al "Desarrollo de un Plan Integrado de Control de Caudales y Calidad del Agua Superficial y Subterránea", éste considerará las siguientes variables: • Perfiles estratigráficos por cada pozo perforado, identificando claramente la profundidad y espesor de los acuíferos atravesados • Monitoreo de calidad de las aguas subterráneas de estos pozos • Niveles Freáticos en zonas de interés ambiental • Evaluación y registro del comportamiento hidráulico de los cauces en los puntos intervenidos por atravesos de caminos y líneas de flujo. • Calidad de aguas que afloran durante el proceso de pruebas, posterior a la perforación • Caracterización isotópica de las mismas aguas orientada a su datación y a la determinación de sus mecanismos de recarga • Identificación, características y niveles de todos los acuíferos intervenidos A la vez, durante la perforación de los sondajes se realizarán el monitoreo y los análisis de las variables indicadas respecto de los pozos. Después del encamisado de los pozos no será posible monitorear dichas variables. Respecto de la evaluación y registro del comportamiento hidráulico de los cauces en los puntos intervenidos por atravesos de caminos y líneas de flujo se contempla medir los caudales en las estaciones y periodos indicados en el plan. Los datos y el análisis serán incorporados en un informe sobre la hidrología e hidrogeología, el cual sería puesto a la disposición de la DGA. Una vez finalizada la perforación de los pozos de baja profundidad se realizará un informe que caracterice las unidades hidrogeológicas que éstos atraviesen, el que se entregará a la Autoridad Competente y a la Autoridad Ambiental y respecto de cada una de las perforaciones se emitirá un informe que incluirá: a) estratigrafía de las unidades geológicas atravesadas (mapeo del material quebrado - cutting) b) niveles en donde se haya identificados niveles acuíferos y c) si es posible en dichos sectores se obtendrán datos de caudales y calidades químicas. Junto con anterior es posible presentar una descripción detallada de los recursos hídricos subterráneos basada en la información existente y los estudios avanzados en la elaboración del EIA y que se presentaron en extenso en la Adenda N° 1: Unidades Hidrogeológicas: Para el área de estudio se definen 5 unidades hidrogeológicas

principales: a) Cubierta sedimentaria permeable (QSP): Está conformada por principalmente por depósitos aluviales y coluviales asociados al relleno de las cuencas intermontanas desarrolladas en el área del estudio. Dadas las características de los depósitos se estiman permeabilidades altas a moderadas ($K= 10^{-1}$ a 10^{-5} m/s). Los principales acuíferos reconocidos son: la cuenca al noroeste del área termal de Puchuldiza, la cuenca ubicada al suroeste del área termal y la cuenca de la Quebrada Andacollo. Se desconoce la relación de estos acuíferos con acuíferos en roca. b) Cubierta volcánica Pliocena (QVPM): Son depósitos de flujos de lavas y avalanchas volcánicas modernas. Presentan permeabilidades moderadas y localmente altas asociadas a sectores fracturados y a diaclasamiento producido durante el enfriamiento de las lavas. Es de esperar que parte de las aguas meteóricas se infiltren a través de las discontinuidades de estas rocas volcánicas. No constituyen acuíferos. c) Unidad Volcano Sedimentaria de Moderada Permeabilidad (MMAP): Se han agrupado dentro de esta unidad aquellas formaciones consolidadas que por sus características pudieran presentar una moderada permeabilidad y que podrían constituir acuíferos. Esta unidad esta principalmente compuesta por unidades volcánicas y sedimentarias, dentro de los cuales se cuentan andesitas fracturadas, tobas, brechas, areniscas y unidades ignimbríticas. d) Basamento impermeable o de baja permeabilidad (MBP): Dentro de esta unidad se han agrupado aquellas formaciones volcánicas y sedimentarias que por sus características no constituyen acuíferos y que tienen una baja permeabilidad. En general esta unidad esta formada por rocas volcánicas (lavas y tobas) fuertemente alteradas hidrotermalmente y unidades sedimentarias de grano fino. No se descarta la ocurrencia de infiltración de aguas meteóricas en las zonas de falla y en los contactos entre coladas y/o formaciones. Geometría: Los principales acuíferos corresponden a las unidades sedimentarias (QSP). En general estos acuíferos son más potentes en la parte central, en donde la acumulación sedimentaria es mayor. Se distinguen tres acuíferos principales, el de la cuenca de Mulluri, el de la cuenca Puchuldiza Oeste y el de la cuenca de la Quebrada Andacollo. La potencia de cada acuífero principal fue determinada con la ayuda de perfiles geoeléctricos. Estos dan cuenta de las propiedades de las unidades de roca para conducir electricidad. Las zonas de con aguas subterráneas de buena calidad en general presentan valores de resistividad eléctrica de entre 50 y 100 $\text{ohm}\cdot\text{m}$, al contrario las zonas alteradas a arcillas y con aguas altamente salobres presentan valores de resistividad eléctrica menores a 5 $\text{ohm}\cdot\text{m}$. Mecanismos de recarga y descarga: La recarga de las aguas al sistema proviene principalmente de las precipitaciones producidas durante los meses del verano (Invierno Boliviano) y en menor proporción por las nieves caídas durante los meses de invierno. La zona de recarga se ubica en las cumbres de los volcanes y cerros que limitan la hoya hidrográfica del río Puchuldiza y en menor proporción en la hoya de la Laguna de Parinacota ubicada al norte de la serranía de Macurqima y en la hoya de la quebrada de Sojalla ubicada al oeste de Condoriri. El agua se infiltraría a través de la cubierta sedimentaria permeable o a través de las fracturas de la cubierta de rocas volcánicas y volcano clásticas cuaternarias y terciarias. La descarga de las aguas meteóricas infiltradas se produce a modo de vertientes frías en quebradas altas, mediante evaporación en el sector de las vegas y bofedales de la Quebrada Mulluri, una parte importante es descargada como manifestaciones termales y al final de la depresión de las áreas termales de tuja y Puchuldiza gran parte de las aguas subterráneas son descargadas al Estero Puchuldiza antes su ingreso a la zona del Parque Volcán Isluga. Recursos subterráneos: De acuerdo a la interpretación hidrogeológica realizada, y basada en información geoeléctrica disponible, se establece que el mayor potencial de agua subterránea se concentra en la cuenca de la Quebrada Mulluri. Estos recursos alimentarían directamente a la zona geotermal de Puchuldiza. Aunque no se conoce la calidad química de las aguas de la Cuenca Mulluri, se estima que tiene buena calidad química (baja conductividad). En cambio las aguas de las otras cuencas y de los acuíferos en roca volcánica no tendrían tan buenas calidades químicas debido a la mayor influencia de la zona termal. Zonas de riesgos a la contaminación: Debido a la naturaleza sedimentaria y permeable de las cuencas mayores, estas presentan un mayor riesgo a la contaminación. Dado la buena calidad química estimada para la Cuenca Mulluri, la ocurrencia de vegas y su posible buena permeabilidad harían de esta cuenca la

más vulnerable a la contaminación. Sin embargo, y dado que la mayor cantidad de actividad en el proyecto estará centrada en sectores aguas abajo del área, se establece que el riesgo de contaminación de este recurso es muy bajo. En el caso de las otras cuencas principales, a pesar que son igualmente vulnerables, el riesgo también es menor dado la probable ocurrencia de aguas con menor calidad química y que la descarga de estas se produce en el Estero Puchuldiza (altas concentraciones de elementos en suspensión).

15. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se observa dentro del cronograma, trabajos con una duración de 23 meses hasta el cierre de las obras. El decreto que otorgó la concesión de exploración es de fecha 09 de Octubre de 2009, y publicada en el Diario Oficial con fecha 03 de marzo del Año 2010, desde esa fecha es cuando comienza a regir la vigencia de la exploración, y que según el decreto es de 2 años (es decir, hasta el 03 de marzo de 2011). En el presente Estudio de Impacto Ambiental, se presenta una fecha de inicio de obras Julio de 2011, sólo 8 meses antes de caducada la vigencia de la exploración. Si bien, existe la posibilidad de obtener, por parte de la empresa, una prórroga para la ejecución de las obras por dos años más, ésta puede ser otorgada solamente si se acredita un 25% de inversión realizada. Por tanto, se solicita al Titular, entregar un cronograma detallado de actividades e inversiones a realizar (mensual), de manera de determinar si dentro del plazo restante de la concesión, existen las posibilidades de realizar las inversiones necesarias para obtener una prórroga para la ejecución de la exploración, por parte del Ministerio de Energía.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que no es pertinente, por cuanto no es parte de la evaluación ambiental del proyecto el análisis de los montos y oportunidad de las inversiones del titular y el efecto, que estas pudieran tener en una eventual solicitud de prórroga de la concesión geotérmica en el Ministerio de Energía.

16. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita al Titular entregar los antecedentes históricos que se tenga sobre los géiseres del sector

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que los antecedentes históricos solicitados por el observante se encuentran descritos en el capítulo "Línea Base" del EIA como también en el Capítulo 5, respuesta 4, de la Adenda N° 1. No obstante y a modo de complemento, el Titular indica que dichos antecedentes fueron extraídos del informe "Estudio Geológico, Geofísico e Hidroquímico del Sector Puchuldiza Sur" (Sernageomin, 2008).

17. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita al titular entregar una propuesta de monitoreo sobre los geyser, de tal manera que permita chequear su eventual afección durante la operación del proyecto.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, este Servicio señala que en el plan de seguimiento de la operación y cierre, respecto a la componente "Hidrogeología y calidad de Agua", las medidas de mitigación propuestas corresponden al "Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad" que aparece señalado en el "Plan Integrado de control de caudales y calidad de agua superficial y subterránea"; y según la adenda 1 (en su anexo 9) en el punto 1.2.3

indica las medidas de seguimiento sobre hidrogeología, calidad de aguas y limnología, el cual da a conocer: a) Medidas o parámetros a controlar de las siguientes componentes: aguas superficiales; aguas termales y aguas subterráneas. b) Ubicación de los puntos de control. c) La metodología utilizada en el muestreo. d) Duración y frecuencia e) Indicadores f) Y producto del pan, a través de la entrega de un informe mensual. Por último, se indica que en el Plan de Monitoreo del EIA, se encuentra la propuesta de monitoreo sobre los geysers y en general, sobre todos los elementos del medio ambiente en el área de Puchuldiza.

18. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Con el propósito de evaluar el posible impacto ambiental producido por las pruebas de pozos, especialmente en lo referido a la actividad de los Geysers, se solicita al titular indique, a lo menos, que tipos de pruebas se realizarán, caudales a ensayar, la programación temporal de las pruebas, si es que se realizarán simultáneamente o en forma individual en cada pozo.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada y conforme a lo descrito por el Titular en la Adenda N° 1, lo siguiente: Para la perforación en sectores en donde puedan encontrarse acuíferos, se utilizará lodo de bentonita para sellar los poros y fracturas en la roca que es atravesada. Este sello se mantiene durante toda la perforación mediante la circulación desde la boca hacia la superficie. La bentonita funciona como sello al quedar adosada a la pared de la perforación y generar una capa impermeable. Este material es ampliamente usado en la industria para sellar depósitos hídricos, estanques y piscinas de muchos tipos. Posteriormente se ejecuta un sello definitivo compuesto por un tubo no ranurado y cemento que se dispone a presión entre el terreno y el tubo, sellando en forma absoluta la posibilidad de intervenir otros acuíferos. En relación a las aguas subterráneas, ya sean jóvenes o milenarias, así como las manifestaciones que originan los geysers de Puchuldiza, no serán objeto de uso por parte del Titular. Solo las aguas geotermales serán testeadas durante esta etapa de la exploración. Se entiende por aguas geotermales como aquellas aguas con temperaturas mayores a 100° C en niveles someros y mayores a 150° C en profundidades mayores a 1000 m, lo que representa gradientes de temperatura aproximados de 150°C/km, unas 4,5 veces el gradiente geotérmico promedio de la Tierra. Por último y para evitar la producción de aguas no geotermales, se sellarán con cemento las zonas permeables que tengan aguas más frías (< 100° C), estas zonas se identificarán a través de medidas de temperatura y de flujo.

19. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

a) Dentro de la Legislación Indígena se encuentra el Convenio 169 de la OIT, ratificado por el Gobierno de Chile en marzo de 2008, el cual entró en vigencia el día 15 de Septiembre del año 2009. En su Artículo 15, indica: "1. Los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente. Estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos. 2. En caso de que pertenezca al Estado la propiedad de los minerales o de los recursos del subsuelo, o tenga derechos sobre otros recursos existentes en las tierras, los gobiernos deberán establecer o mantener procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados, y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras. Los pueblos interesados deberán participar, siempre que sea posible, en los beneficios que reporten tales actividades, y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades". Cabe destacar, que el Ministerio de Minería (entidad a cargo del tema geotérmico en ese entonces, actual labor del Ministerio de Energía) otorgó la

Concesión de Exploración de Energía Geotérmica Puchuldiza Sur 2 mediante Decreto 174 del 09 de Octubre de 2009, cuando el Convenio ya se encontraba vigente, sin aplicar las disposiciones del Artículo antes señalado.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, esta se considera no pertinente por cuanto no es atribución de este Servicio pronunciarse sobre eventuales vicios de actos administrativos ejecutados por otro Servicio Público, en el ejercicio de sus propias competencias. Sin perjuicio de lo dicho, se hace necesario aclarar que el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales que genera o presenta un proyecto, previo a su aprobación. Por tanto, en el marco del procedimiento de evaluación del EIA "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2", se realizó un análisis profundo y altamente técnico, con la participación de los organismos del estado con competencia ambiental, acerca de los efectos ambientales negativos del mismo, concluyendo que el proyecto cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas, como también de las medidas de seguimiento respectivas. Junto con lo anterior, se indica que para garantizar la participación informada de la comunidad se desarrollaron actividades de aprestos y talleres ciudadanos en las comunas de Colchane y Alto Hospicio los días 11 y 13 de febrero de 2011 respectivamente.

20. Nombre: Remigio Mamani Flores

Observación:

Se solicita al Servicio de Evaluación Ambiental, realizar la Consulta a los Pueblos Indígenas, conforme a lo establecido en el Convenio 169 y al Artículo N° 34 de la Ley Indígena N° 19.253, respecto a la Concesión de Exploración de Energía Geotérmica Puchuldiza Sur 2 en estudio.

Evaluación técnica de la observación:

Sobre la observación planteada, esta se considera no pertinente por cuanto no es atribución de este Servicio pronunciarse sobre eventuales vicios de actos administrativos ejecutados por otro Servicio Público, en el ejercicio de sus propias competencias. Sin perjuicio de lo dicho, se hace necesario aclarar que el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales que genera o presenta un proyecto, previo a su aprobación. Por tanto, en el marco del procedimiento de evaluación del EIA "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2", se realizó un análisis profundo y altamente técnico, con la participación de los organismos del estado con competencia ambiental, acerca de los efectos ambientales negativos del mismo, concluyendo que el proyecto cumple con todos los requisitos ambientales aplicables, así como las medidas de mitigación, reparación y/o compensación apropiadas, como también de las medidas de seguimiento respectivas. Junto con lo anterior, se indica que para garantizar la participación informada de la comunidad se desarrollaron actividades de aprestos y talleres ciudadanos en las comunas de Colchane y Alto Hospicio los días 11 y 13 de febrero de 2011 respectivamente.

6. Que los efectos, características y circunstancias del artículo 11 de la Ley N° 19.300 han sido adecuadamente considerados, según se indica a continuación, definiéndose las medidas de mitigación, reparación o compensación apropiadas, de conformidad a lo señalado en el artículo 16 de la Ley N° 19.300:

Los efectos, características o circunstancias del Artículo 11 de la Ley que dan origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto son:

a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;

Los niveles equivalentes de ruido nocturno serán sobrepasados, lo que requiere medidas de mitigación.

b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

Los niveles de ruido nocturno serán sobrepasados y si bien las obras se han proyectado lejanas a áreas de interés biótico se deberán implementar medidas de mitigación y seguimiento.

El proyecto intervendrá sectores puntuales que presentan vegetación nativa sobre las que implementará medidas de mitigación y restauración.

El proyecto considera la utilización directa de un máximo estimado de 6,0 ha de terrenos. No obstante que dichos suelos tienen escaso o nulo valor agrícola, se implementarán medidas de mitigación y de restauración del suelo.

d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar

El área de concesión del proyecto se localiza al interior de un área propiedad de la comunidad indígena aymara Mauque Puchuldiza que constituye población protegida por leyes especiales. Los caseríos de Puchuldiza y Lupe en el área de la concesión son habitados muy esporádicamente por población Aymara. Dada su ubicación, el titular ha proyectado y acordado con la Comunidad Mauque Puchuldiza la Instalación de Faenas y campamento en un sector cercano al caserío de Lupe y se tomarán todas las medidas de resguardo respecto de las viviendas existentes, accesos y terrenos adyacentes.

En el área de concesión existen recursos protegidos en forma especial (bofedales), sin embargo el proyecto contempla que las obras e instalaciones necesarias sean localizadas en sectores que aseguren que no se alterarán en ningún caso estos recursos.

La empresa Titular cuenta con la Concesión otorgada por el Ministerio de Minería, mediante el Decreto N° 174, cuya superficie es de 6.000 ha y que se emplaza dentro de un Zona de Interés Turístico (ZOIT), de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 560 del 20 de mayo de 2008 del SERNATUR, dado que destacan sus atractivos paisajísticos y variada geografía.

De acuerdo a lo preceptuado en el artículo 11 del D.L N° 1224, las actividades que se desarrollen al interior de estas zonas y que incidan en su conservación, urbanización, servicios e instalaciones necesarias para su aprovechamiento turístico deberán ajustarse al Plan de Ordenamiento correspondiente, elaborado por el Servicio Nacional de Turismo.

f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

De acuerdo a los estudios de línea de base, en el área de influencia directa del proyecto se detectaron un conjunto de sitios de interés arqueológicos. Todos estos sectores no serán directamente intervenidos, pero serán objetos de medidas de protección, mediante un monitoreo arqueológico.

7. Que del proceso de evaluación de impacto ambiental del proyecto denominado "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2 " puede concluirse que las siguientes medidas, propuestas por el titular y contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental y sus Adendas, complementadas, en su caso, por los Órganos con Competencia Ambiental, son apropiadas para hacerse cargo de los efectos, características y circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N° 19.300, las que deberán cumplirse para la ejecución del respectivo proyecto:

7.1. Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación Presentadas por el Titular del Proyecto

7.1.1. Calidad de Aire

Medidas de Mitigación:

- **MIT-CAI-1: Utilización de vehículos y maquinaria certificados y de fabricación reciente**

Se exigirá a contratistas que los vehículos y maquinarias a disponer cuenten con una antigüedad acreditada no superior a 3 años.

- **MIT-CAI-2: Verificación y registro de mantenencias adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores**

Los vehículos de obra contarán con certificación al día.

- **MIT-CAI-3: Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra**

- ✓ En el área externa a Puchuldiza (camino CH-15 – Mauque y Mauque – Puchuldiza) se considera una velocidad de 50 km/h, apropiada a las condiciones de la carpeta existente.
- ✓ En el área de Puchuldiza se recomendará y controlará por parte del Titular una velocidad de circulación de 30 km/h.
- ✓ Se aplicará material granular grueso en puntos de concentración de tráfico en ingreso en instalación de faenas y plataformas. No se considera el humedecimiento de las vías dado el control del recurso hídrico

- **MIT-CAI-4: Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales**

- ✓ Vehículos menores y camiones que transiten con material suelto deben ocupar lona hermética según las disposiciones del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- ✓ Acopios temporales de materiales en áreas de trabajo (plataformas, instalación de faenas, accesos), deben ser dispuestas de tal forma de evitar la dispersión de material y de un tamaño que permita su cubrimiento con malla Rachel. De igual forma se debe mantener un stock permanente de cubiertas de lona o pantallas a objeto de proteger de la acción del viento los acopios y los excedentes.

7.1.2. Ruido

Medidas de Mitigación:

- **MIT-RUI-1: Programación de actividades de acuerdo a temporadas y horarios de visitación**

Si bien las obras principales del Proyecto se encuentran fuera del área de interés de visitación turística de los de Puchuldiza, se programarán las actividades de tal forma de desarrollarse en horarios fuera de Peak de visitación (12.00 hrs – 15.00 hrs.)

- **MIT-RUI-2: Uso de maquinaria, motores, generadores y actividades eficientes**

- ✓ Los vehículos y maquinarias propios del Titular y de contratistas deben contar con una antigüedad acreditada no superior a 3 años.
- ✓ Respecto de fuentes de generación fijas (generadores, motores), se proyecta la utilización de pantallas acústicas móviles, constituidas por cuatro módulos de 3x 3 m, las cuales deberán ser instaladas traslapadas entre sí a

una distancia máxima de 5 m de la fuente de ruido. La pantalla es estanca y posee un Índice de Reducción Sonora mínimo de $R_w = 20$ dB, pudiendo construirse con tabique de paneles OSB de 15 mm con 50 mm de Lana Mineral de 80 kg/m³ en su interior.

- **MIT-RUI-3: Programa de control y mantención preventiva de motores y maquinarias**

- ✓ Los vehículos y maquinarias propios del Titular y de contratistas deben contar con certificación de control y mantención no superior a 3 meses contados desde la fecha de puesta en operación en el área de proyecto.
- ✓ Se privilegiará la búsqueda de maquinaria, motores y generadores que presenten acreditación de baja emisión sonora

- **MIT-RUI-4: Capacitación en trabajo acústico eficiente**

- ✓ Se analizará la disposición eficiente de equipos y maquinarias en los puntos de trabajo, privilegiando el apantallamiento acústico.
- ✓ Se instruirá al personal propio y externo en el control de tareas ruidosas y uso eficiente de equipos y herramientas, incluyendo el manejo de encapsulamiento y de escotillas de ventilación de motores.

7.1.3. Geología, Geomorfología y Suelos

Medidas de Mitigación:

- **MIT-GEO-1: Diseño óptimo de utilización de espacio**

La disposición definitiva de las plataformas de pozos de exploración geotérmicos buscará reducir al máximo la superficie proyectada de intervención, de tal forma de no superar la extensión típica de 1,0 ha y minimizar la construcción de cortes y rellenos.

- **MIT-GEO-2: Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas**

El proyecto considera 25,1 km de perfilamento de huellas y vías existentes y 1,7 km de apertura de dos nuevos accesos. El material sobrante de estas actividades, principalmente por sobretamaño y que no ocupe en labores viales podrá utilizarse en rellenos de plataformas, minimizando con ello extracciones y cortes de terreno.

Medida de Restauración:

- **RES-GEO-1: Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo**

Al momento de su retiro el escarpe deberá ser segregado en 2 apilamientos: 1 pilas de suelo y 1 de subsuelo. El primero, deberá ser almacenado con una altura de pila que no cause compactación y anaerobismo.

Ambos apilamientos deben ser protegidos de la compactación, estableciendo su perímetro y prohibiendo el tránsito de trabajadores, vehículos y maquinarias en las zonas de acopio.

- **RES-GEO-2: Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo**

Una vez concluidas las labores masivas en la plataforma y terminadas las actividades de desmontaje de equipos y despejada las áreas de trabajo se procederá al relleno y restitución de pendiente con el material de subsuelo.

Posteriormente se aplicará el material orgánico del perfil de suelo y se descompactará mediante subsolado y escardado, utilizando una rastra u otros equipos. Las actividades de descompactación sólo se realizarán durante periodos de baja humedad del suelo, para asegurarse la restauración deseada y evitar compactación adicional de la superficie.

Inmediatamente finalizado el proceso de descompactación, se procederá con un plan enriquecimiento mediante plantación de especies y semillas locales. De ser requerido se procederá al enriquecimiento de la cubierta mediante abono o fertilizante.

7.1.4. Hidrología y Calidad de Agua

Medidas de Mitigación:

- **MIT-HID-1: Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce**

El cruce de los cursos de agua del área de proyecto (dos sobre estero Puchuldiza, uno en quebrada frente a Lupe) se realizará en base a un proyecto que cautele la calidad del recurso; esto incluye principalmente realizar el desvío provisorio del cauce y la devolución una vez habilitado el cruce. Debe añadirse que se establecerá claramente el área de intervención, limitando en base a cierres provisorios con cintas reflectantes los sectores de tránsito de personas y vehículos de obra.

- **MIT-HID-2: Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad**

Se ha estimado que las labores de perforación de pozos profundos geotérmicos requerirán un volumen estimado de agua de 3 l/s, los que se obtendrán del estero Puchuldiza. El programa de extracción contará con un control de flujo y consumo a la vez de un monitoreo del caudal del cauce.

7.1.5. Vegetación y Flora

Medidas de Mitigación:

- **MIT-GEO-1: Diseño óptimo de utilización de espacio**

La disposición definitiva de las plataformas de pozos de exploración geotérmicos buscará reducir al máximo la superficie proyectada de intervención, de tal forma de no superar la extensión proyectada de 0,7 ha y minimizar la construcción de cortes y rellenos.

- **MIT-GEO-2: Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas**

El proyecto considera 25,1 km de perfilamento de huellas y vías existentes y 1,7 km de apertura de dos nuevos accesos. El material sobrante de estas actividades, principalmente por sobretamaño y que no ocupe en labores viales podrá utilizarse en rellenos de plataformas, minimizando con ello extracciones y cortes de terreno.

Medida de Restauración:

- **RES-GEO-1: Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo**

Al momento de su retiro el escarpe deberá ser segregado en 2 apilamientos: 1 pilas de suelo y 1 de subsuelo. El primero, deberá ser almacenado con una altura de pila que no cauce compactación y anaerobismo.

Ambos apilamientos deben ser protegidos de la compactación, estableciendo su perímetro y prohibiendo el tránsito de trabajadores, vehículos y maquinarias en las zonas de acopio.

- **RES-GEO-2: Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo**

Una vez concluidas las labores masivas en la plataforma y terminadas las actividades de desmontaje de equipos y despejada las áreas de trabajo se procederá al relleno y restitución de pendiente con el material de subsuelo.

Posteriormente se aplicará el material orgánico del perfil de suelo y se descompactará mediante subsolado y escardado, utilizando una rastra u otros equipos. Las actividades de descompactación sólo se realizarán durante períodos de baja humedad del suelo, para asegurarse la restauración deseada y evitar compactación adicional de la superficie.

Inmediatamente finalizado el proceso de descompactación, se procederá con un plan enriquecimiento mediante plantación de especies y semillas locales. De ser requerido se procederá al enriquecimiento de la cubierta mediante abono o fertilizante.

7.1.6. Fauna

Medidas de Mitigación:

- **MIT-FAU-1: Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas.**

Las áreas de trabajo serán claramente segregadas del entorno mediante construcción de cercos. La instalación de faenas y campamento contarán con cierre en base a malla bizcocho; las plataformas serán segregadas con cierros en base a malla raschel.

- **MIT-FAU-2: Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente**

- ✓ Se capacitará al personal respecto de prohibiciones de perturbar la fauna silvestre y el hábitat de fauna doméstica tanto en charlas de inducción, charlas de hombre nuevo y charlas de 5 minutos.
- ✓ Se instalará señalética indicativa de prohibiciones respecto de la fauna silvestre y medidas de precaución respecto de fauna doméstica (llamas, alpacas)

- **MIT-FAU-3: Prohibición de introducción de especies domésticas**

- ✓ Existirá prohibición expresa de introducir fauna doméstica (caninos, felinos) en áreas de proyecto por parte de trabajadores directos y contratistas. Se instruirá respecto de los riesgos asociados al asilvestramiento de fauna doméstica.

- **MIT-FAU-4: Manejo preventivo de residuos domésticos**

Existirá un manejo estricto de los residuos domésticos, principalmente derivados de preparación de alimentos del personal. Estos se mantendrán sellados en bolsas, dentro de contenedores herméticos con cierres o trabas y su retiro será con una frecuencia de 3 días.

7.1.7. Limnología

- **MIT-HID-1: Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce**

El cruce de los cursos de agua del área de proyecto (dos sobre estero Puchuldiza, uno en quebrada frente a Lupe) se realizará en base a un proyecto que cautele la calidad del recurso; esto incluye principalmente realizar el desvío provisorio del cauce y la devolución una vez habilitado el cruce. Debe añadirse que se establecerá claramente el área de intervención, limitando en base a cierres provisorios con cintas reflectantes los sectores de tránsito de personas y vehículos de obra.

7.1.8. Identidad Cultural y Formas de Organización

Medidas de Mitigación:

- **MIT-HUM-1: Verificación previa de áreas de intervención**

A fin de prevenir el daño sobre especies de flora medicinal tradicional significativas en las áreas de instalación de faenas, campamentos y plataformas, se realizará en cada oportunidad un reconocimiento de terreno, mediante visita de un representante aymara con conocimientos de flora medicinal y un especialista en vegetación que recogerá las instrucciones y sugerencias locales y ayudará a verificar y precisar la instalación de los espacios de trabajo.

- **MIT-HUM-2: Rescate de especies con valor medicinal**

De acuerdo a los resultados de la visita de verificación se establecerá un programa de rescate de especies con valor medicinal, a través de la selección de hojas, ramas o semillas de las especies indicadas y si es posible mediante el trasplante a sectores similares. Se busca así cautelar aquellas especies con valor medicinal de mayor significancia.

7.1.9. Patrimonio Arqueológico y Cultural

Medidas de Mitigación:

- **MIT-PYE-1: Verificación arqueológica de áreas en labores de remoción previa de suelos**

En forma previa al ingreso de maquinarias y vehículos, así como durante las labores de escarpe y remoción de suelos de las áreas destinadas a campamento, instalación de faenas y plataformas de pozos geotérmicos, se contará con la presencia de un especialista en patrimonio (arqueólogo) quien desarrollará las siguientes tareas: supervisar las labores de terreno, evaluar la presencia de restos arqueológicos en las faenas, instruir al personal y, de ser requerido, implementar planes de salvataje para la debida recuperación del eventual patrimonio presente. En este sentido, debe elaborarse un Protocolo de Hallazgos Arqueológicos.

De igual forma, previamente al inicio de las obras de construcción del área de instalación de faenas, plataformas, accesos nuevos y cruce de estero Puchuldiza, se dictarán charlas expositivas a los operarios con la finalidad de prepararlos para reconocer los eventuales restos arqueológicos e históricos que se pudieran encontrar.

Las charlas expositivas al personal deberán ser realizadas por un arqueólogo o Licenciado en Arqueología. Éstas deberán estar incluidas dentro del cronograma habitual de prevención del proyecto, debiendo realizarse cada cuatro meses y hasta la finalización del proyecto. Cada cuatro meses, habiendo

realizado estas actividades, se deberá enviar un informe al Consejo de Monumentos Nacionales, con las temáticas tratadas y con la lista de asistencia.

Ante la eventualidad de hallazgos se procederá de acuerdo a lo dispuesto en la ley 17.2888 de monumentos nacionales y a lo dispuesto en el artículo 20 del D.S. 484/90 que corresponde al reglamento de dicha ley.

Se deberán instalar esquemas visuales (ej. pancartas) donde se indique claramente los sectores con registro de hallazgos arqueológicos, como lugares de exclusión, tanto para el tránsito peatonal como vehicular y el ejercicio de cualquier actividad en estos sectores. Éstos deberán estar a la vista de los operarios y de todo el personal.

Se deberán incluir las faenas de habilitación de caminos y accesos en el plan de liberación comprometido por el titular.

- **Respecto de los sitios arqueológicos ubicados dentro del polígono de exploración, (excluidos de las áreas de trabajo):**

Se considera la siguiente medida respecto de los sitios localizados a menos de 500 m de las áreas de circulación, plataformas, campamento e instalación de faenas:

- ✓ Se cercarán temporalmente, mediante estacado y malla dorment naranja, los sitios arqueológicos 1, 4, 5, 7 y 8, e implementará la construcción de una barrera de protección aledaña al sitio y al camino, también mediante estacado y malla dorment, de los sitios 6, 12, 13, 24 y 27. El estacado deberá ser de al menos 1 metro de altura, el cual servirá de soporte para dicha malla.
- ✓ Se acompañará el estacado con carteles de 0,2 por 0,5 cm cada 200 m de frente que indiquen "sitio arqueológico – no transitar)
- ✓ Una vez concluidas las faenas se retirarán los estacados, cintas y carteles informativos

Respecto de los sitios localizados a más de 500 m de las áreas de circulación, plataformas, campamento e instalación de faenas, se distinguirán aproximadamente en su centroide con un mástil de 1,2 m con banderín reflectante y cartel informativo que indique "sitio arqueológico" y número de sitio según listado presentado en la Adenda N°1. Así también, el titular deberá restringirse a la faja de camino existente en los sectores de caminos que atraviesan o se encuentran aledaños a sitios arqueológicos, correspondientes a los puntos o sitios arqueológicos 12, 13, 14, 24, 27 y 28.

7.1.10. Paisaje y Estética

Medidas de Mitigación:

- **MIT-GEO-1: Diseño óptimo de utilización de espacio**

La disposición definitiva de las plataformas de pozos de exploración geotérmicos buscará reducir al máximo la superficie proyectada de intervención, de tal forma de no superar la extensión proyectada de 0,7 ha y minimizar la construcción de cortes y rellenos.

- **MIT-GEO-2: Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas**

El proyecto considera 25,1 km de perfilamiento de huellas y vías existentes y 1,7 km de apertura de dos nuevos accesos. El material sobrante de estas actividades, principalmente por sobretamaño y que no ocupe en labores viales podrá utilizarse en rellenos de plataformas, minimizando con ello extracciones y cortes de terreno.

- **MIT-PYE-2: Programación de transporte de maquinarias y equipos pesados en horarios de baja visitación.**

- ✓ Se establecerá un programa para el tránsito de vehículos pesados y maquinarias que accedan desde Mauque al sector de obras, el que contemplará que este se efectúe preferencialmente en horarios fuera de Peak de visitación, esto es antes de las 12.00 hrs. y después de las 15.00 hrs.
- ✓ En caso que se requiera transitar en horario peak, este se efectuará a velocidad reducida y se establecerán detenciones preventivas a fin de evitar la emisión de material particulado en situaciones de cruce con vehículos de visitantes y empresas de turismo.

- **MIT-PYE-3: Inducción al personal sobre tránsito preferente de visitantes (ceda el paso, detención)**

Tanto en charlas de inducción, charlas de hombre nuevo y charlas de 5 minutos se instruirá al personal a cargo de vehículos mayores y menores respecto del tránsito preferente de visitantes y turistas en la zona.

Se establecerán condiciones preferentes a los visitantes que incluyen ceda el paso, detenciones preventivas a fin de evitar emisiones atmosféricas y de ruido.

- **MIT-PYE-4: Disponibilidad de Información al visitante**

Se elaborará material de difusión del proyecto y del trabajo en ejecución, el que podrá ser entregado por el personal de obras y conductores a los visitantes en caso de consultas.

Medida de Restauración:

- **RES-GEO-1: Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo**

Al momento de su retiro el escarpe deberá ser segregado en 2 apilamientos: 1 pilas de suelo y 1 de subsuelo. El primero, deberá ser almacenado con una altura de pila que no cauce compactación y anaerobismo.

Ambos apilamientos deben ser protegidos de la compactación, estableciendo su perímetro y prohibiendo el tránsito de trabajadores, vehículos y maquinarias en las zonas de acopio.

- **RES-GEO-2: Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo**

Una vez concluidas las labores masivas en la plataforma y terminadas las actividades de desmontaje de equipos y despejada las áreas de trabajo se procederá al relleno y restitución de pendiente con el material de subsuelo.

Posteriormente se aplicará el material orgánico del perfil de suelo y se descompactará mediante subsolado y escardado, utilizando una rastra u otros equipos. Las actividades de descompactación sólo se realizarán durante períodos de baja humedad del suelo, para asegurarse la restauración deseada y evitar compactación adicional de la superficie.

Inmediatamente finalizado el proceso de descompactación, se procederá con un plan enriquecimiento mediante plantación de especies y semillas locales. De ser requerido se procederá al enriquecimiento de la cubierta mediante abono o fertilizante.

7.2. Medidas de Riesgos y Contingencias Presentadas por el Titular del Proyecto.

7.2.1. Resumen de Riesgos Ambientales

De acuerdo con la evaluación de riesgos realizada, se determinó la potencial generación de los riesgos indicados en la tabla siguiente:

Riesgos Determinados del Proyecto

COMPONENTE	ETAPA	TIPO DE RIESGO
Clima	Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Accidentes y contingencias que afectan a personal propio y externo• Daños a equipos• Inundación de instalaciones y plataformas con potencial contaminación de suelo y agua por vertidos.
	Operación	
Calidad de Aire	Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación temporal del aire por emisiones de gases de combustión de vehículos en mal estado o por situaciones de accidentes con incendios de vehículos
	Operación	
Suelos-Medio Biótico	Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Daño al suelo y al medio biótico• Potencial riesgo de incendios por combustión de los hidrocarburos derramados.
	Operación	
Hidrología-Calidad de Agua-Medio Biótico Acuático	Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Alteración de la calidad del agua• Daño al medio biótico acuático por sustancias contaminantes.
	Operación	
Medio Humano	Construcción	<ul style="list-style-type: none">• Accidentes y contingencias que afectan a personal propio y externo, bienes de la comunidad (ganado)• Aumento de la percepción de riesgo inherente a la construcción del proyecto y afectación del recurso turístico de los géiser de Puchuldiza
	Operación	

7.2.2. Descripción de Medidas del Plan de Prevención de Riesgos

Riesgos Referidos al Componente Clima

Estos riesgos están referidos a la aparición de fenómenos climáticos extremos (precipitaciones, nevazones) que acompañados de crecidas extraordinarias de esteros y ríos altiplánicos pueden generar condiciones de riesgo a personas y equipos del proyecto.

- Accidentes y contingencias que afectan a personal propio y externo
- Daños a equipos
- Inundación de instalaciones y plataformas con potencial contaminación de suelo y agua por vertidos.

Se deberán considerar las siguientes medidas de prevención:

- CR-CLI-1: Seguimiento de alertas tempranas y aviso respecto de condiciones climáticas emanadas de la autoridad correspondiente y de la asesoría técnica que el Titular dispondrá para dicho seguimiento, lo que permita activar el plan de contingencias adecuado a la situación de riesgo avisada.
- CR-CLI-2: Detención y encapsulamiento de equipos y maquinarias.
- CR-CLI-3: Contención y cubrimiento de acopios de material y estanques de trabajo a fin de evitar el colmatamiento y derrame.
- CR-CLI-4: Verificación de encauzamientos de aguas lluvias y áreas de contención de derrames en plataformas de perforación de pozos profundos, instalación de faenas y campamentos.
- CR-CLI-5: Verificación previa de suministros: agua, alimentos, baterías y equipos de comunicación autónomos.

Riesgos Referidos a Calidad del Aire

Contaminación temporal del aire por emisiones de gases de combustión de vehículos en mal estado o por situaciones de accidentes con incendios de vehículos.

Se deberán considerar las siguientes medidas de prevención de emisiones contaminantes y riesgos de incendios:

- **CR-CAI-1:** Los vehículos livianos y camiones que participen en las faenas deberán contar con la revisión técnica al día.
- **CR-CAI-2:** La maquinaria pesada, generadores y motores deberá contar con mantención mecánica apropiada según las recomendaciones del fabricante lo que debe ser certificado al Titular antes de la contratación.
- **PCA-1:** El proyecto contará con un Plan General de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes y Contingencias, el que incluirá procedimientos de control, comunicación, capacitación y equipamiento para conformación de brigadas contra incendios, de control de fugas y vertidos y asistencia temprana de primeros auxilios.

Riesgos Sobre Suelos y Medio Biótico Terrestre

La ocurrencia de accidentes y contingencias que involucren vertidos de sustancias peligrosas tales como aceites lubricantes y combustibles requeridos para el funcionamiento de maquinarias, vehículos, motores y generadores, conlleva los siguientes riesgos potenciales:

- Daño al suelo y al medio biótico
- Incendios por combustión de los hidrocarburos derramados

A fin de prevenir la ocurrencia de los riesgos indicados se consideran las siguientes medidas de control:

- **CR-MB-1:** Los vehículos que transporten maquinaria, equipos y materiales al área de trabajo contarán con las señalizaciones exigidas por la legislación chilena.
- **CR-MB-2:** El transporte, almacenamiento y transferencia de combustibles y aceites será realizado conforme a la normativa específica y solo por operarios autorizados.
- **CR-MB-3:** Todos los residuos de la mantención de vehículos, maquinarias y motores, tales como aceites, grasas y otros, se deben disponer en tambores en buen estado y mantenidos en un lugar apropiado desde donde serán retirados para, a su vez, ser dispuestos en sitios autorizados por una empresa igualmente autorizada para ello.
- **PCA-1:** El proyecto contará con un plan de prevención de riesgos y control de accidentes y contingencias, el que incluirá procedimientos de control, comunicación, capacitación y equipamiento para conformación de brigadas contra incendios, de control de fugas y vertidos y asistencia temprana de primeros auxilios.

Respecto del riesgo de derrame de sustancias peligrosas y potencial contaminación del suelo y del sistema biótico terrestre, se debe considerar que existe necesidad de transportar al área de proyecto, específicamente a Instalación de faenas y plataformas de perforación de pozos profundos geotérmicos, los siguientes materiales potencialmente peligrosos: gasolina, diesel y aceites lubricantes para motores y maquinarias.

Tanto el transporte como el almacenamiento de dichos elementos presentan riesgos asociados, los que podrán disminuir tomando las siguientes medidas generales de seguridad:

- **CR-GRAL-1: Medidas de Control de Transporte de Sustancias Peligrosas**

- ✓ El transporte de líquidos, tales como combustible y otros que se puedan requerir en faenas se regirán por las disposiciones de la legislación vigente.
- ✓ Se llevará un registro en obra que permita cuantificar las cantidades recibidas, utilizadas y en stock.
- ✓ El proyecto proveerá todos los recursos que aseguren un transporte adecuado para este tipo de elementos. A su vez, los caminos en el área de proyecto contarán con una señalización clara y visible, tanto para el día como para la noche.

- **CR-GRAL-2: Medidas de Control de Almacenamiento y Transferencia de Sustancias Peligrosas**

El almacenamiento de los productos inflamables descritos y otros potenciales de causar daños se harán considerando las siguientes exigencias:

- ✓ Tanto en Instalación de Faenas como en las Plataformas de pozos profundos geotérmicos, se dispondrá de un área especial de almacenamiento y transferencia para estos materiales, la cual deberá estar debidamente señalizada y contará con las estructuras de contención y carpetas absorbentes para evitar potenciales derrames de las áreas adyacentes.
- ✓ Se dispondrá siempre en esta área, de elementos que permitan la contención de derrames pequeños y medianos (esponjas, pigtail, etc.).

- **CR-GRAL-3: Medidas de Prevención de Incendios**

El riesgo de incendio en área donde exista almacenamiento y manejo de sustancias combustibles están asociados a un manejo inadecuado de dichos materiales, por lo que las siguientes medidas de seguridad general permitirán minimizar dicho riesgo:

- ✓ El manejo de combustibles se realizará de acuerdo a lo expuesto en las medidas CR-GRAL-1 y CRGRAL-2, más todas aquellas disposiciones específicas que se definan en el plan correspondiente.
- ✓ El experto de seguridad del Titular definirá y demarcará con elementos distintivos en la Instalación de Faenas y Plataformas de perforación de pozos profundos geotérmicos, el perímetro alrededor del área de almacenamiento de combustibles, donde esté expresamente prohibida cualquier actividad que implique generación de fuego, chispas y cenizas, incluyendo, fumar, soldaduras, corte de metales, portar cocinillas, hacer fogatas y cualquier otro elementos que pueda producir llamas o chispas.
- ✓ Se dispondrá en la Instalación de Faenas y Plataformas de perforación de pozos profundos geotérmicos, de los elementos mínimos para combatir fuegos pequeños, tales como extintores y sistemas de mangueras conectadas a estanques de agua, en el caso de las plataformas.

Riesgos sobre Hidrología, Calidad del Agua y Medio Biótico Acuático

- Alteración de la calidad del agua
- Daño al medio biótico acuático por sustancias contaminantes

Los riesgos sobre el agua y el medio biótico acuático se asocian fundamentalmente a derrames accidentales por fallas de operación de vehículos y maquinarias y transporte de sustancias peligrosas. Al efecto las medidas mínimas adicionales a todas las indicadas en el punto precedente que se deberá tener en consideración son las siguientes:

- **CR-HID-1:** El peso de los camiones cargados con equipos o materiales no deberá exceder los máximos permitidos por los cruces sobre quebradas y esteros.
- **CR-HID-2:** Existe prohibición absoluta de efectuar manejo, descarga y transferencia de combustibles y aceites en el área de proyecto, con excepción de los sitios destinados para ellos en las áreas de trabajo de instalación de faenas y plataformas.

Riesgos Respecto del Medio Humano

- Accidentes y contingencias que afectan a personal propio y externo, bienes de la comunidad (ganado).
- Aumento de la percepción de riesgo inherente a la construcción del proyecto y afectación del recurso turístico de los de Puchuldiza

Los riesgos sobre componentes del medio humano se relacionan con eventuales daños a bienes tangibles e intangibles de la comunidad, entre los que destacan el ganado doméstico compuesto de llamas y alpacas y especies nativas de valor cultural y turístico (guanacos, suris) que pueden ser afectadas por atropellamientos de vehículos de obra, sustracción, cacería ilegal, etc. Todo lo cual conlleva un aumento de la percepción de riesgos de afectación de los recursos comunitarios y de la calidad turística del área por acción del proyecto.

Un segundo grupo de riesgos se origina en fallas de construcción y operación (fundamentalmente pruebas) de pozos de gradientes y pozos profundos geotérmicos, que potencialmente puedan originar salidas no controladas de flujos geotérmicos o bien concentraciones anormales de gases que emanan con el vapor durante la perforación y pruebas de los pozos (H₂S y CO₂).

Si bien estos riesgos son de muy baja probabilidad, su ocurrencia puede generar una importante reacción de la comunidad y un aumento significativo de la percepción de riesgos y daños que la actividad de exploración y posterior explotación del recurso geotérmico pueden causar a los bienes comunitarios, al atractivo turístico y servicios relacionados.

Al efecto se contemplan las siguientes medidas:

- **PCA-1:** El proyecto contará con un Plan General de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes y Contingencias para la etapa de construcción y de operación y cierre. Este plan será de conocimiento y aplicación obligatoria del personal de obras, será concordado con los servicios comunales participantes (bomberos, carabineros, oficina comunal de emergencia, etc.) y difundido en la comunidad local.
- **PCA-2:** complementario al Plan General de Prevención de Riesgos y Control de Accidentes y Contingencias, se establecerá un Instructivo al Personal de Obras en relación con los bienes de la comunidad y la fauna nativa y doméstica presente, el que establecerá claramente las prohibiciones y precauciones de afectación de dichos elementos, incluyendo precaución en tránsito de vehículos, prohibición de acercamiento, caza y alimentación de fauna, prohibición de entrada a viviendas (Lupe, Puchuldiza) y en general todas las acciones que puedan significar un menoscabo de los bienes comunitarios.
- **PCA-3:** El proyecto contará para la etapa de operación y pruebas de pozos con un plan detallado de prevención de riesgos, accidentes y contingencias. Este plan, establece los procedimientos de perforación, control de fluidos geotérmicos y control de presencia, concentración y dispersión de gases (H₂S y CO₂), será de conocimiento y aplicación obligatorio del personal de obras; a la vez será de conocimiento de los servicios comunales relevantes (bomberos, carabineros, oficina comunal de emergencia, etc.) y difundido en la comunidad local.

8. Que, respecto del Plan de Seguimiento Ambiental Propuesto en el EIA y sus Adendas, se señala que, en base a los antecedentes que constan en el expediente de evaluación ambiental, puede concluirse que el plan propuesto realiza un adecuado seguimiento de las variables ambientales relevantes:

Considerando que el titular deberá presentar un registro descriptivo y fotográfico de todas las zonas identificadas (WGS 84) previo a la intervención, incluyendo caminos, plataformas, perforaciones, campamento, piscinas, etc., se deberá realizar y presentar un informe final, una vez terminada las obras, de modo de comparar gráficamente el estado final de los sectores intervenidos.

8.1. Seguimiento Medidas de Calidad del Aire

8.1.1. Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

Aplicación de material estabilizante en áreas de circulación recurrente (instalación de faenas, plataformas, accesos a plataformas)

- **Puntos de Control:**

- ✓ Caminos y vías de uso del proyecto
- ✓ Plataformas
- ✓ Instalación de faenas

- **Duración y frecuencia:**

Se realizará con una periodicidad quincenal.

- **Producto:**

Informe y ficha de control con indicación de:

- ✓ Día y hora de punto de control
- ✓ Tipo de procedimiento verificado
- ✓ Resultado
- ✓ Identificación de responsable de actividad
- ✓ Respaldo fotográfico de la actividad

8.1.2. Supervisión de Condiciones de Mantenimiento de vehículos y maquinarias

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

- ✓ Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente
- ✓ Verificación y registro de mantenimientos adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores

- **Puntos de Control:**

- ✓ Instalación de faenas
- ✓ Plataforma de pozos geotérmicos

- **Duración y frecuencia:**

Periodicidad quincenal.

- **Producto:**

Informe y ficha de control con indicación de:

- ✓ Día y punto de control
- ✓ Vehículo o maquinaria verificada
- ✓ Resultados
- ✓ Identificación de responsable de actividad

8.1.3. Supervisión de Procedimientos

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

- ✓ Aplicación de material estabilizante en áreas de circulación recurrente (instalación de faenas, plataformas, accesos a plataformas)
- ✓ Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra.

- **Puntos de Control:**

- ✓ Caminos y vías de uso del proyecto
- ✓ Plataformas
- ✓ Instalación de faenas

- **Duración y frecuencia:**

Periodicidad mínima quincenal.

- **Producto:**

Informe y ficha de control con indicación de:

- ✓ Día y hora de punto de control
- ✓ Procedimiento verificado
- ✓ Resultado
- ✓ Identificación de responsable de actividad
- ✓ Respaldo fotográfico de la actividad

8.1.4. Mediciones de presencia y concentración de H2S y CO2

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

Se realizará monitoreo de la calidad del aire a través de una estación de monitoreo permanente durante toda la duración de las obras del proyecto.

- **Puntos de Control:**

La estación de monitoreo se ubicará en el sector de acceso público al campo de de Puchuldiza, donde se concentra la visitación.

Los parámetros a registrar son MP10, SO2 y H2S.

- **Duración y frecuencia:**

Se mantendrá este monitoreo durante toda la fase de construcción

- **Producto:**

Informe mensual de Calidad del Aire:

- ✓ SO2: Concentración en promedio mensual ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
- ✓ MP-10: Concentración 24 horas ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
- ✓ H2S : Concentración promedio de 24 Horas (ppm)
- ✓ Variables meteorológicas: Velocidad y dirección del viento, Humedad relativa, Radiación solar, Temperatura ambiental, Precipitaciones, Presión Barométrica.
- ✓ Informe de Mantenimiento y Calibración de las estaciones de monitoreo.

8.2. Seguimiento Medidas de Emisión de Ruidos

• Medidas o Parámetros a controlar:

- ✓ Programación de actividades de acuerdo a temporadas y horarios de visitación
- ✓ Uso de maquinaria, motores, generadores y actividades eficientes
- ✓ Programa de control mantención preventiva de motores y maquinarias
- ✓ Capacitación en trabajo acústico eficiente

• Puntos de Control:

- ✓ Caminos de acceso.
- ✓ Plataformas de perforación de pozos.
- ✓ Pozos de Gradientes.

• Duración y frecuencia:

Periodicidad mensual por punto de medición. Se consideran los siguientes puntos mínimos:

- ✓ 3 puntos en caminos de acceso
- ✓ 1 punto en plataformas de perforación de pozos profundos geotérmicos
- ✓ 1 punto en campamento e instalación de faenas
- ✓ 1 punto (eventual) en pozos de gradientes

• Producto:

Informe mensual según D.S. N° 146/97 MINSEGPRES para los puntos monitoreados:

- ✓ Individualización del titular de la fuente
- ✓ Individualización del receptor
- ✓ Hora y fecha de la medición
- ✓ Identificación del tipo de ruido
- ✓ Identificación de otras fuentes emisoras de ruido que influyan en la medición, origen y características
- ✓ Valores NPC obtenidos para la fuente fija emisora de ruido y los procedimientos de corrección empleados,
- ✓ Valores de ruido de fondo obtenidos
- ✓ Identificación del instrumento utilizado y su calibración
- ✓ Respaldo fotográfico de la actividad

El informe incluye comparación con los niveles basales de ruido medidos en la Línea de Base

8.3. Seguimiento Medidas Sobre Hidrología, Calidad de Aguas y Limnología

El titular, una vez finalizada la perforación de los pozos de baja profundidad, deberá realizar un informe que caracterice las unidades hidrogeológicas que éstos atraviesen, el que deberá ser entregado a la Autoridad Competente y a la Autoridad Ambiental. Al respecto, se realizará un informe que incluirá:

- ✓ estratigrafía de las unidades geológicas atravesadas (mapeo del material quebrado - cutting)
- ✓ niveles en donde se haya identificados niveles acuíferos y
- ✓ si es posible en dichos sectores se obtendrán datos de caudales y calidades químicas.

• **Medidas o Parámetros a controlar:**

El Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea tiene por objeto efectuar un seguimiento de los parámetros estudiados en la línea de base e indicados en la tabla siguiente:

Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua y Limnología

ESTUDIO		PARAMETROS	LIMITE DE CUANTIFICACIÓN Y/O DETECCIÓN	
CALIDAD DEL AGUA	COLUMNA DE AGUA	FISICOS Y QUIMICOS	Temperatura (°C)	0,1
			pH (unidad)	0,01
			Oxígeno disuelto (mg/l)	1,0
			Conductividad específica (mS/cm)	0,01
			Sólidos totales disueltos (g/l)	0,01
		INORGÁNICOS	Cloruro (mg/l)	0,5
			Sulfato (mg/l)	0,5
			Cianuro (mg/l)	0,05
			Fluoruro (mg/l)	0,1
			Sodio porcentual (%)	-
			RAS	-
			Alcalinidad total (mg/l)	0,02
		METALES ESENCIALES	Boro (mg/l)	0,01
			Cobalto (mg/l)	0,01
			Cobre (mg/l)	0,01
			Cromo (mg/l)	0,01
			Hierro (mg/l)	0,03
			Manganeso (mg/l)	0,01
			Molibdeno (mg/l)	0,01
			Níquel (mg/l)	0,01
	Selenio (mg/l)		0,004	
	Zinc (mg/l)		0,01	
	METALES NO ESENCIALES	Aluminio (mg/l)	0,01	
		Arsénico (mg/l)	0,006	
		Bario (mg/l)	0,01	
		Berilio (mg/l)	0,01	
		Cadmio (mg/l)	0,002	
		Litio (mg/l)	0,01	
		Mercurio (mg/l)	0,001	
		Plata (mg/l)	0,01	
		Plomo (mg/l)	0,002	
		Vanadio (mg/l)	0,01	
	SEDIMENTO	MICROBIOLOGICOS	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2,0
		METALES	Cadmio (mg/kg)*	0,002
			Cobre (mg/kg)*	0,01
			Hierro (mg/kg)*	0,03
			Plomo (mg/kg)*	0,002
	Zinc (mg/kg)*	0,01		
	BIOTA ACUÁTICA	BIOLÓGICOS	Fitobentos (cel/mm ²)	-
			Fitoplancton (cel/l)	-
Macrozoobentos (ind/m ²)			-	
Zooplancton (ind/l)			-	
Fauna íctica (CPUE)			-	
Flora acuática			-	

Este Plan Integrado deberá considerar, a lo menos, las siguientes variables:

- Perfiles estratigráficos por cada pozo perforado, identificando claramente la profundidad y espesor de los acuíferos atravesados
- Monitoreo de calidad de las aguas subterráneas de estos pozos
- Niveles Freáticos en zonas de interés ambiental
- Evaluación y registro del comportamiento hidráulico de los cauces en los puntos intervenidos por atravesos de caminos y líneas de flujo.
- Calidad de aguas que afloran durante el proceso de pruebas, posterior a la perforación
- Caracterización isotópica de las mismas aguas orientada a su datación y a la determinación de sus mecanismos de recarga
- Identificación, características y niveles de todos los acuíferos intervenidos

Durante la perforación de los sondajes se realizarán el monitoreo y los análisis de las variables indicadas respecto de los pozos. Después del encamisado de los pozos no será posible monitorear dichas variables.

Respecto de la evaluación y registro del comportamiento hidráulico de los cauces en los puntos intervenidos por atravesos de caminos y líneas de flujo se contempla medir los caudales en las estaciones y periodos indicados en el plan.

Los datos y el análisis serán incorporados en un informe sobre la hidrología e hidrogeología, el cual será remitido a la DGA.

• **Puntos de Control:**

El plan de monitoreo incluirá el estero Puchuldiza y sus vertientes afluentes (indicadas en la Figura N° 8-1 del capítulo 8 del EIA), y los puntos indicados en la tabla siguiente:

Estaciones de muestreo de calidad de agua y biota acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre 2009

ESTACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)*	ALTITUD (MSNM)
E1	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Geiseres	505.905 E 7.855.048 N	4.280
E2	Esteros Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada en el sector de Geiseres.	504.382 E 7.854.113 N	4.210
E3	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Geiseres	503.872 E 7.853.336 N	4.174
E4	Esteros Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 1,8 kms aguas abajo del sector de Geiseres	503.026 E 7.853.733 N	4.133
E5	Esteros Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 2,7 kms aguas abajo del sector de Geiseres (Rinconada de Lupe)	502.263 E 7.854.265 N	4.120
E6	Esteros Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 4,8 kms aguas abajo del sector de Geiseres	500.804 E 7.855.691 N	4.104

La metodología utilizada en el muestreo de parámetros físicos y químicos seguirá el protocolo metodológico 'Metodologías para la Caracterización Ambiental' (CONAMA, 1996). Específicamente, basada en las siguientes Normas:

- ✓ NCh411/1.Of. 96. Guía para el diseño de programas de muestreo.
- ✓ NCh411/2.Of. 96. Calidad de agua - Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo.
- ✓ NCh411/6.Of. 96. Calidad de agua - Muestreo - Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.

Se acompañará de observaciones in situ de:

- ✓ Caudal superficial
- ✓ Temperatura superficial
- ✓ pH
- ✓ Conductividad
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Profundidad del acuífero (en pozos de perfil)

• **Duración y frecuencia:**

Se contempla una campaña por estación (otoño, invierno, primavera, verano)

• **Producto:**

Se entregará un informe de resultados y análisis de variaciones respecto a línea de base y efectos observados de actividades del proyecto.

8.4. Seguimiento Aguas termales:

Se monitorearán 5 puntos de afloramientos de aguas termales, en estos se realizarán muestreos de química, mediciones de caudales, donde se pueda y mediciones de temperaturas. Los puntos seleccionados corresponden a los que usualmente manifiestan algún flujo (puntas naturales y artificiales).

8.5. Seguimiento Medidas sobre Suelos, Geomorfología, Fauna y Flora

Verificación visual de intervenciones y procedimientos.

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

- ✓ Medidas de mitigación:

- a) Diseño óptimo de utilización de espacio
- b) Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas

- ✓ Medida de restauración:

- a) Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo
- b) Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo

- **Puntos de Control:**

- ✓ Plataformas de perforación geotérmicas
- ✓ Campamento e Instalación de faenas

- **Duración y frecuencia:**

- ✓ Medidas de diseño óptimo de utilización de espacio, reutilización de excedentes en rellenos de plataformas y rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo, se contempla la verificación de procedimientos al inicio de las obras en cada punto de control.
- ✓ La restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo se verificará al cierre de cada punto de control.

- **Producto:**

Informe y registro fotográfico de medidas.

- **Considerando que existe un total de 14 especies de fauna observadas en el área de influencia del proyecto, que se encuentran en alguna categoría de conservación,** Se propone establecer un plan de seguimiento de fauna, definido como una evaluación periódica de este componente, la que se establecerá en los sectores en que se realice la repoblación de la vegetación y al menos tres sectores adicionales relevantes en el área de proyecto.

El seguimiento de fauna considerará los siguientes aspectos o indicadores:

- ✓ Riqueza y abundancia de aves: Para determinar la riqueza de la avifauna se realizarán prospecciones de todos los hábitats presentes en el área de estudio, haciéndose observaciones directas de las distintas especies de aves por medio de binoculares. También se considera realizar un registro fotográfico de las especies avistadas. Junto a las observaciones directas, se realizarán observaciones indirectas, es decir, se hará un registro de la avifauna por medio de escucha de cantos y recolección de plumas. Para determinar su abundancia relativa, se realizarán censos por sitio de

muestreo, para ello se considera la heterogeneidad de hábitats presentes en el área de estudio.

- ✓ Los censos se realizarán por medio de transectos lineales de 200 m de largo, durante los cuales se registran todos los individuos de cada especie que son observados o escuchados a una distancia máxima de 20 m a ambos lados del transecto y a 20 m hacia arriba.
- ✓ Riqueza y abundancia de mamíferos: La riqueza y abundancia de mamíferos será determinada realizando observaciones directas y búsqueda de evidencia indirectas como fecas o regurgitados de rapaces. Como método de registro directo, se considera además la realización de capturas de micromamíferos por medio de trampas Sherman, las que permiten la manipulación y posterior liberación del individuo. La abundancia se estimará de acuerdo al número de individuos capturados dentro de un área definida de captura.
- ✓ Riqueza y abundancia de reptiles: La riqueza de reptiles, será determinada de manera similar a la determinación de éste parámetro para las aves, es decir, se realizarán transectos de 200 m de largo por 40 m de ancho. Se removerán trocos y piedras con el fin de aumentar el éxito de los registros.

Se considera realizar campañas estacionales, en otoño, invierno, primavera y verano durante un período de dos años si no se registra un descenso significativo de las poblaciones. De percibir un descenso considerable de las poblaciones presentes en el sector, se deberá prolongar el período de monitoreo con el fin de detectar las causas de la disminución en la abundancia poblacional de las especies.

8.6. Seguimiento Medidas sobre Paisaje y Turismo

- **Medidas o Parámetros a controlar:**

- ✓ Programación de transporte de maquinarias y equipos pesados en horarios de baja visitación.
- ✓ Inducción al personal sobre tránsito preferente de visitantes (ceda el paso, detención)
- ✓ Disponibilidad de Información al visitante

- **Puntos de Control:**

Camino de ingreso a campo de de Puchuldiza, huellas de circulación de vehículos visitantes.

Se establecerá un punto de información en Colchane que también se habilitará para recoger reclamos, quejas o sugerencias por escrito y sujetas de seguimiento.

- **Duración y frecuencia:**

Frecuencia quincenal y eventual

- **Producto:**

Informe mensual de actividades.

La disponibilidad de información al visitante incluye una instancia para que comunidad y visitantes puedan entregar reclamos, quejas o sugerencias al trabajo de GGE. Se realizará una verificación y corrección de acuerdo a esta información, la cual se incorporará en los informes mensuales de seguimiento

8.7. Seguimiento Componente Arqueológica

Se dispondrá la presencia de un profesional arqueólogo durante todas obras que signifiquen intervención de los espacios señalados en el EIA.

Este profesional dispondrá de un protocolo de observación, registro y aviso de avistamiento o liberación de sitios para el ingreso de las restantes actividades. De igual forma establecerá un monitoreo permanente, basado en recorridos quincenales respecto de los 28 sitios determinados en la línea de base y que se encuentran excluidos de las áreas de trabajo.

Tanto en el EIA como en la Adenda 1 se detallan las medidas de seguimiento del patrimonio arqueológico presente, las cuales son:

a. Medidas o Parámetros a controlar:

Visitas periódicas de un especialista (profesional arqueólogo) para constatar el estado de los sitios arqueológicos determinados en la línea de base.

b. Puntos de Control:

De acuerdo a un plan establecido de visitas y verificación de estado, se contempla informar sobre los siguientes sitios:

Sitios Reconocidos de la inspección Arqueológica

SITIO N°	ESTE	NORTE	ALTURA (msnm)	LARGO ESTIMADO NORTE – SUR (m)	LARGO ESTIMADO ESTE – OESTE (m)
1	502.028	7.854.687	4200	50	30
2	500.481	7.855.624	4110	100	50
3	500.841	7.854.325	4180	20	10
4	501.044	7.854.325	4200	20	20
5	501.041	7.853.348	4200	40	40
6	503.966	7.851.633	4300	400	80
7	503.811	7.852.290	4235	50	50
8	501.748	7.854.645	4120	70	120
9	502.150	7.855.727	4160	20	20
10	501.810	7.855.352	4135	20	20
11	501.822	7.855.268	4130	20	20
12	501.323	7.855.198	4107	80	120
13	501.463	7.855.052	4114	30	30
14	501.171	7.854.874	4115	400	400
15	501.594	7.854.481	4142	30	30
16	501.503	7.854.616	4126	60	60
17	502.603	7.853.450	4156	30	30
18	501.832	7.853.016	4264	120	80
19	502.935	7.853.000	4171	100	80
20	502.580	7.852.806	4186	120	60
21	502.565	7.851.833	4236	60	80
22	502.804	7.852.118	4216	450	80
23	504.411	7.852.447	4237	200	50
24	504.566	7.852.958	4210	100	100
25	504.152	7.852.922	4204	160	40
26	505.304	7.854.408	4229	50	50
27	505.365	7.855.581	4239	200	200
28	505.065	7.855.148	4229	280	100

Datum WGS 84, Huso 19 Sur, Coordenadas UTM

c. Metodología

Comprende principalmente la verificación in situ mediante recorrido pedestre. Verificando:

- ✓ Estado de señalética sobre presencia de sitios de interés patrimonial.
- ✓ Estado del sitio y verificación de no intervención en el periodo

d. Duración y frecuencia:

Las visitas tendrán una frecuencia mensual

e. Indicadores de éxito o cumplimiento

El método de calificación se basará en la asignación de grados de cumplimiento de la actividad verificada:

- ✓ Conforme: cuando se verifican favorablemente todas las medidas indicadas para el total de sitios.
- ✓ Inconforme: cuando se verifica que ha existido intervención o daño en al menos uno de los sitios de interés patrimonial

f. Producto del plan:

Informe mensual de actividades.

Cabe indicar que este Plan de Seguimiento es complementario a las restantes actividades de verificación y liberación arqueológica que se realizarán conforme a lo indicado en la Adenda 1.

9. Que con relación al cumplimiento de la legislación aplicable, el titular acredita el cumplimiento a dichas normas y que, según lo informado por los servicios públicos competentes, el proyecto cumple con la normativa ambiental aplicable. Es del caso señalar que, para todos los efectos, el Estudio de Impacto Ambiental y sus Adendas son parte constitutiva de esta Resolución de Calificación Ambiental.

Componente Aire

- D.S.Nº 144. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza, de fecha 2 de mayo de 1961, del MINSAL.
- D.S. Nº 59, Modificado por Decreto Nº45 Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10, en especial, de los valores que definen situaciones de emergencia, de fecha 25 de mayo de 1998 y 11 de septiembre de 2001, respectivamente, del MINSEGPRES.
- D.F.L. Nº 725/67. Código Sanitario, de fecha 31 de enero de 1968, del MINSAL.
- D.S. Nº 138/05. Establece obligación de declarar emisiones que indica, de fecha 17 de noviembre de 2005, del MINSAL.
- D.S. Nº 75/87. Establece condiciones para el transporte de cargas que indica, de fecha 7 de Julio de 1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- D.S. Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo, de fecha 15 de Septiembre de 1999 del MINSAL

Componente Ruido

- D.S. Nº 146/97. Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas, de fecha 17 de Abril de 1998, del MINSEGPRES

Residuos Sólidos (Domiciliarios, Industriales y Peligrosos)

- DFL Nº 1122/81, Modificado por Ley Nº 20.099. Código de Aguas, de fecha 29 de Octubre de 1981 y el 15 de Mayo del 2006, respectivamente, del Ministerio de Obras Públicas.

- DFL N° 725/67. Código Sanitario, de fecha 31 de enero de 1968, del MINSAL.
- D.S. N° 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo, de fecha 15 de Septiembre de 1999, del MINSAL.
- D.S. N° 148/03. Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos, de fecha 12 de junio de 2003, del MINSAL.

Componente Agua (Recursos Hídricos, Agua Potable, Aguas Servidas)

- DFL N° 1122/81, Modificado por Ley N° 20.099. Código de Aguas, de fecha 29 de Octubre de 1981 y el 15 de Mayo del 2006, respectivamente, del Ministerio de Obras Públicas.
- DFL N° 725/67. Código Sanitario, de fecha 31 de enero de 1968, del MINSAL.
- D.S. N° 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo, de fecha 15 de Septiembre de 1999, del MINSAL.
- D.S. N° 735. Reglamento de agua destinados para consumo humano, de fecha 19 de diciembre de 1969, del MINSAL.
- D.S. N° 11. Norma Chilena 409, Requisitos de agua potable, de fecha 03 de marzo de 1984, del MINSAL.
- DS N°236/26 del MINSAL Reglamento General de Alcantarillados Particulares, fosas sépticas, cámaras filtrantes, cámaras de contacto, cámaras absorbentes y letrinas domiciliarias.

Manejo y Almacenamiento de Combustible

- D.S. N° 379/1985, Aprueba Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios, de fecha 1 de Marzo 1986, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
- DS. N° 90, Aprueba Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio Al público de combustibles líquidos derivados del Petróleo, de fecha 5 de Agosto de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- D.S. 222/96 Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Instalaciones interiores de gas, D.O. 25.04.96, Mod por DS. N°78 de 1998.
- D.S. N° 160/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, "Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos"; como asimismo de las disposiciones reguladoras asociadas a las instalaciones eléctricas y de las de Gas.

Patrimonio Cultural, Arqueológico y Paisaje

- Ley N° 17.288 y D.S. N° 484, Ley sobre Monumentos Nacionales y su reglamento, de fecha 4 de Febrero de 1970 y 2 de Abril de 1991, respectivamente, del Ministerio de Educación.
- Ley N° 19.253 y DS N° 67. Establece Norma sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea CONADI, Declara Área de Desarrollo Indígena Territorio denominado "Jiwasa Oraje", respectivamente, de fecha 5 de Octubre de 1993 y 9 de mayo del 2001, del Ministerio de Planificación y Cooperación.

- D.L. N° 1224 y Resolución N° 560. Crea el Servicio Nacional de Turismo y declara ZOIT, un área de la Comuna de Colchane, respectivamente, de fecha 8 de Noviembre de 1975 y 20 de mayo del 2008, respectivamente, del Ministerio de Hacienda y SERNATUR, respectivamente.

Suelo y Planificación Territorial

- D.F.L. N° 485, Ley General de Urbanismo y Construcciones, de fecha 13 de abril de 1976, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- D.S. N° 82, Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales, de fecha 11 de febrero de 2011, del Ministerio de Agricultura.

Flora, Fauna y Biodiversidad

- Ley N° 19.473 y DS N°5. Modificado este último por DS N° 53/03, Ley de Caza y su Reglamento, de fecha 27 de Septiembre de 1996 y 7 de Diciembre de 1998, del Ministerio de Agricultura.
- Decreto N°430/91 que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892 de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura, específicamente su artículo 136.
- Decreto Exento N° 303 de fecha 23 de febrero de 2006 de la Subsecretaría de Pesca
- Ley N°20.283 de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal y sus reglamentos.

Vialidad y Transportes

- D.S. N°158. Fija el Peso Máximo de los Vehículos que pueden Circular por Caminos Públicos, de fecha 7 de Abril de 1980, del Ministerio de Obras Públicas
 - Resolución N°1. Fija Establece dimensiones máximas a vehículos que indica de fecha 21 de enero de 1995, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
10. Que, de acuerdo a los antecedentes contenidos en el proceso de evaluación de impacto ambiental del proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2", éste requiere para su ejecución los permisos de carácter ambiental de los artículos 91, 93 94, 96, 99 y 106 contemplados en el Título VII del artículo 2 del D.S. N° 95/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. A saber:

10.1. Permiso Artículo 91

El permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza, a que se refiere el artículo 71 letra b) del D.F.L. N° 725/67, Código Sanitario.

10.2. Permiso Artículo 93

El permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase; o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, a que se refieren los artículos 79 y 80 del D.F.L. N° 725/67, Código Sanitario.

10.3. Permiso Artículo 94

Calificación de los establecimientos industriales o de bodegaje a que se refiere el artículo 4.14.2. del D.S. N°47/92, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

10.4. Permiso Artículo 96

El permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos, a que se refieren los incisos 3° y 4° del artículo 55 del D.F.L. N° 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

10.5. Permiso Artículo 99

El permiso para la caza o captura de los ejemplares de animales de las especies protegidas, a que se refiere el artículo 9° de la Ley N° 4.601, sobre Caza.

10.6. Permiso Artículo 106:

El permiso para las obras de regularización y defensa de cauces naturales, a que se refiere el segundo inciso del artículo 171 del D.F.L. N° 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

11. Que, en relación a la identificación de impactos ambientales no previstos, la Titular deberá informar oportunamente a esta Comisión la ocurrencia de dichos impactos, asumiendo acto seguido las acciones o medidas ambientales necesarias para hacerse cargo de los mismos. La información a esta Comisión deberá efectuarse, a más tardar, el primer día hábil siguiente de ocurrido el o los impactos indicados.
12. Que, la Titular deberá informar a la Comisión de Evaluación de Tarapacá, oportunamente y previo a su ejecución, el inicio de las obras y/o actividades de cada una de las etapas del proyecto. Además, deberá informar cualquier modificación o variación que se pretenda introducir al proyecto aprobado, para verificar si corresponde realizar una nueva evaluación, de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 8 de la Ley N° 19.300.
13. Que, con el objeto de dar un adecuado seguimiento a la ejecución del proyecto, la Titular deberá colaborar con el desarrollo de las actividades de calificación de los órganos de la administración del Estado con competencia ambiental, en cada una de las etapas del proyecto, permitiendo su acceso a las diferentes partes y componentes, cuando éstos lo soliciten y facilitando la información y documentación que éstos requieran para el cumplimiento de su función.
14. Que, la Titular del proyecto deberá comunicar inmediatamente y por escrito a la Comisión de Evaluación de Tarapacá, el cambio de titularidad del proyecto, la modificación de la razón social, domicilio y representación legal de la titular.
15. Que, todas las medidas y disposiciones establecidas en la presente resolución, son de responsabilidad de la titular del proyecto, sean implementadas directamente por ésta o a través de terceros.
16. Que la Comisión de Evaluación I Región de Tarapacá sólo está facultada para pronunciarse respecto de la calificación ambiental del proyecto, por lo cual, para que éste pueda ejecutarse, necesariamente deberá cumplir con todas las demás normas vigentes que le sean aplicables.
17. Que, con apego a lo relacionado precedentemente, la Comisión de Evaluación de Tarapacá.

RESUELVE:

1. **CALIFICAR FAVORABLEMENTE** el proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2 ", presentado por el Señor Rüdiger Trenkle, en representación de GGE CHILE SpA, condicionándolo al cumplimiento de los requisitos, exigencias y obligaciones establecidas en la presente Resolución.
2. **CERTIFICAR** que el proyecto "EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2 ", de GGE CHILE SpA, en la medida que se ejecute en el marco de los requisitos, condiciones, exigencias y obligaciones establecidas en la presente Resolución, cumple con la normativa de carácter ambiental aplicable, con los requisitos ambientales de los permisos mencionados en los artículos N°91, 93 94, 96, 99 y 106, del Reglamento del SEIA y que respecto de los efectos, características y circunstancias establecidas en el artículo 11 de la Ley N° 19.300, se han establecido las medidas de mitigación, reparación y compensación apropiadas.
3. Dejar constancia que contra la presente resolución procede el Recurso de Reclamación establecido en los artículos 20 y 29 de la Ley N° 19.300. Lo anterior, sin perjuicio del derecho a interponer otros recursos administrativos y jurisdiccionales que sean procedentes.

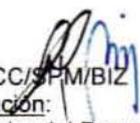
ANÓTESE, NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



LUZ EBENSPERGER ORREGO
Presidenta Comisión de Evaluación
Región de Tarapacá



XIMENA CANCINO CEPEDA
Secretaria Comisión de Evaluación
Región de Tarapacá



LEO/XCC/SPM/BIZ
Distribución:

- Titular del Proyecto.
- Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental.
- Expediente.
- Archivo Comisión de Evaluación Tarapacá.