GEOGLOBAL ENERGY LLC

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,
I REGIÓN DE TARAPACÁ

Sustentable s.a.
Información, Asesoría y Gestión Ambiental

Santiago, Diciembre de 2010

Sustentable.cl S.A.
Información, Asesoría y Gestión Ambiental
Av. Providencia 2640. Of. 15 - A
Teléfono: (56-2) 3659306 Fax: (56-2) 3659307
www.sustentable.cl

RESUMEN EJECUTIVO
EIA PROYECTO EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2

TABLA DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 3

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

2.1 MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN 4

2.2 PLAZOS Y VIDA ÚTIL DEL PROYECTO 4

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 6

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE OPERACIÓN O DE PRUEBA DE POZOS 7

2.5 FASE DE CIERRE Y/O ABANDONO 8

2.6 MANO DE OBRA 8

2.7 VÍAS DE ACCESO 8

2.8 RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE 9

3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO 10

3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL GENERAL APLICABLE AL PROYECTO 10

3.2 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL POR COMPONENTE, APLICABLE A CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO 11

3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES 13

4 JUSTIFICACIÓN DE EFECTUAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 13

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – LÍNEA DE BASE 14

5.1 MEDIO FÍSICO 14

5.2 MEDIO BIÓTICO 17

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL 19

6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 25

7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 26

8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 26

9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESCRIPCIÓN DE ACCIONES PREVIAS.....28

10 DESCRIPCIÓN DE RELACIÓN ENTRE PROYECTOS Y POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL.....30

11 ANTECEDENTES DE NEGOCIACIÓN Y ACUERDOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACION AMBIENTAL CON INTERESADOS 30

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1-1 Área de Concesión Puchuldiza Sur.....3
Tabla Nº 2-2 Mano de Obra Asociada.....8
Tabla Nº 2-4 Resumen de las Emisiones Asociados a la Construcción y Operación de Plataformas 9
Tabla Nº 2-5 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Construcción 10
Tabla Nº 2-6 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Operación.....10
Tabla Nº 5-1 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía.....14
Tabla Nº 5-3 Abundancia de especies en el AIP y por tipo de ambiente 17
Tabla Nº 5-4 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área 18
Tabla Nº 5-5 Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales. 20
Tabla Nº 5-6 Tipo de Vivienda Comuna Colchane.....20
Tabla Nº 5-7 Escuelas Básicas Comuna Colchane.....22
Tabla Nº 5-8 Uso de Suelo en el área de estudio 23
Tabla Nº 5-9 Valoración por componentes para cada UP.....24
Tabla Nº 6-2 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Construcción del Proyecto.....25
Tabla Nº 6-3 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Construcción del Proyecto 25
Tabla Nº 6-4 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Operación y Cierre del Proyecto.....26
Tabla Nº 6-5 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Operación y Cierre del Proyecto 26
Tabla Nº 8-1 Plan de Seguimiento Etapa de Construcción 27
Tabla Nº 8-2 Plan de Seguimiento Etapa de Operación y Cierre 28
Tabla Nº 9-1 Talleres Participación Ciudadana Temprana.....29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 2-1 Área de Proyecto.....4
Figura Nº 2-1 Sitios de Perforación y Obras Propuestas del Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 5
Figura Nº 2-3 Esquema de Plataforma de Pozos de Exploración 7

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto Nº 9-1 Exposición representante de GGE en Taller 3.....29
Foto Nº 9-2 Exposición de GGE en Taller 4.....29

RESUMEN EJECUTIVO

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto de **"Explotación Geotérmica Puchuldiza Sur 2"** presentada por la empresa GGE CHILE SPA (en adelante GGE). El proyecto se emplaza en la I Región de Tarapacá, Provincia del Tamarugal, comuna de Colchane, 60 km al poniente del pueblo de Colchane y a 155 km al noreste de la ciudad de Iquique.

Cabe señalar que la concesión de exploración geotérmica denominada "Puchuldiza Sur 2" fue otorgada por el Ministerio de Minería a GGE mediante Decreto Nº 174 del 9 de octubre del 2009, publicado en el Diario Oficial el 2 de marzo de 2010 y comprende un área total de 6.000 ha de concesión para la exploración y posterior explotación de recursos geotérmicos de acuerdo a las coordenadas indicadas en la tabla siguiente:

Tabla Nº 1-1 Área de Concesión Puchuldiza Sur

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

Fuente: GGE, Decreto Nº174/ 2009 Ministerio de Minería. Datum WGS 84, zona 19

GGE CHILE SPA se encuentra estudiando el potencial recurso geotérmico disponible en Puchuldiza Sur 2 y para lo cual será necesario ejecutar un conjunto de pozos de exploración, cuya autorización ambiental es materia del presente Estudio de Impacto Ambiental.

El proyecto busca así explorar y confirmar el reservorio geotermal comercial de Puchuldiza Sur 2, para posteriormente establecer la factibilidad técnica y comercial de generar energía a partir de un recurso probadamente sustentable, que permite a la vez promover el uso de energía renovable en el norte de Chile, lo que está plenamente en concordancia con la política nacional chilena que busca incorporar en la matriz de generación una cada vez mayor participación de las energías renovables no convencionales (ERNC), entre las cuales se encuentra la geotermia .

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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, identificada por el Titular como el área más promisoria durante los estudios de campo iniciales.

Los terrenos donde se emplazan las obras pertenecen a la comunidad Mauque Puchuldiza y dentro del área de concesión de 6.000 ha, se ha establecido un conjunto de puntos de trabajo en un área menor o área de interés, donde se ejecutarán las obras de exploración.

Dentro de las obras principales del proyecto, se encuentran las plataformas de perforación principales (pozos profundos de exploración geotérmica), cuya superficie individual alcanza a 0,8 ha cada una (80 m x 100 m) y del cual se ejecutarán un máximo de 5 a 6 pozos. A la vez se ejecutarán un conjunto de 8 pozos menores, cuya área de intervención solo 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.

De acuerdo con la ubicación del área de exploración que se observa en la Figura 2-1, GGE tiene planificado levantar un campamento provisorio en el área de concesión, en el sector de Lupe, en un sitio cercano a las labores principales y acordado con la Comunidad de Mauque y 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.

Figura Nº 2-1 Área de Proyecto



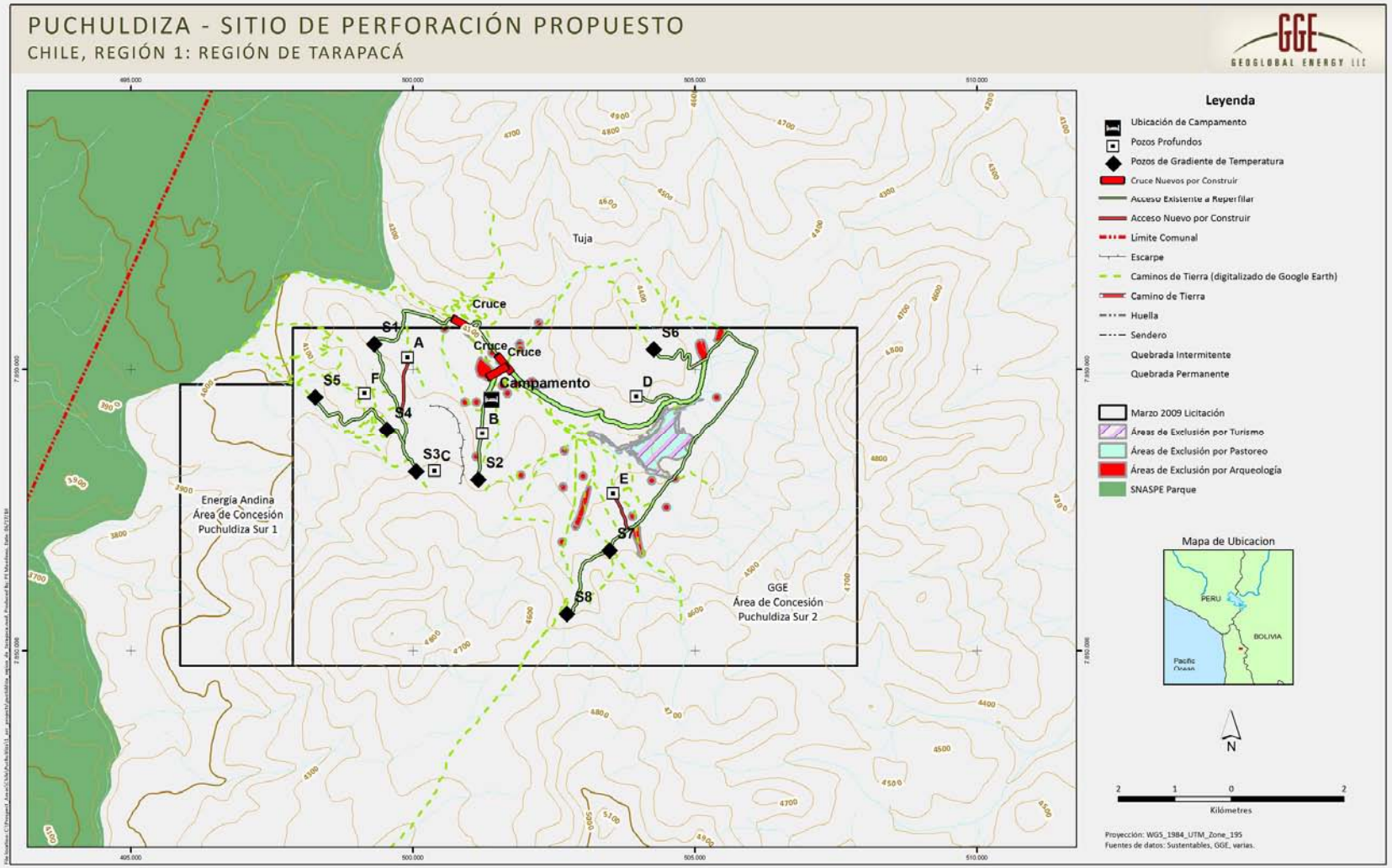
2.1 MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN

El proyecto de exploración es financiado con fondos propios del Titular e inversionista principal GGE Chile SpA, donde el retorno esperado proviene del desarrollo y explotación del recurso geotérmico demostrado y que será incorporado en el mercado eléctrico local. De tal forma el costo de inversión de este proyecto alcanza un monto máximo estimado 35 millones de dólares, de los cuales más del 80 % se invierte en las actividades de perforación y pruebas y el saldo corresponde a estudios profesionales de soporte.

2.2 PLAZOS Y VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Las perforaciones y pruebas con sus correspondientes trabajos previos y cierre de actividades se extenderán por un periodo probable de 16 a 18 meses y un máximo estimado de 24 meses.

Figura Nº 2-2 Sitios de Perforación y Obras Propuestas del Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur



Fuente: GGE

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las actividades de la Fase de Construcción son desarrolladas directamente por GGE Chile SpA, o bien ejecutadas por un tercero, un contratista especializado con probada experiencia en procesos de exploración y perforación. Al efecto GGE Chile SpA es responsable de todas las tareas asignadas a subcontratistas especializados.

2.3.1 INSTALACIÓN DE FAENAS Y CAMPAMENTO

La instalación de faenas y campamento ocupa una superficie de 0,25 ha tiene por finalidad dar el alojamiento del personal, mantener los equipos y gestionar el transporte más eficiente a las áreas de perforación. Convenientemente cercado y protegido se instalará la bodega de sustancias peligrosas.

El suministro de agua para higiene personal y uso higiénico (3 m3 / día) será entregado por camiones cisterna desde una fuente de agua autorizada en la comuna de Colchane. Se mantendrá un reparto mínimo de 100 litros por persona por día. Se instalará una planta modular o compacta de tratamiento de aguas servidas para el campamento y el agua tratada Se usará el agua residual tratada para el riego de caminos y supresión de polvo, previa la autorización del Servicio de Salud Regional. El agua potable y agua para cocinar será proporcionada en recipientes por un proveedor autorizado.

2.3.2 HABILITACIÓN DE CAMINOS Y ACCESOS

El proyecto comprende mejorar las vías y huellas existentes a fin de proveer accesos adecuados a maquinarias y equipos hasta los distintos sectores del proyecto (campamento, sondajes y plataformas de pozos profundos). Se contempla un máximo de 25,1 Km. de perfilamiento de huellas y vías existentes y solo 1,7 Km. a la apertura de los nuevos accesos. Se habilitarán tres cruces de esteros, cada uno en base a baterías de tubos Perforación de Sondajes o Pozos de baja Profundidad

2.3.3 CONSTRUCCIÓN DE SONDAJES

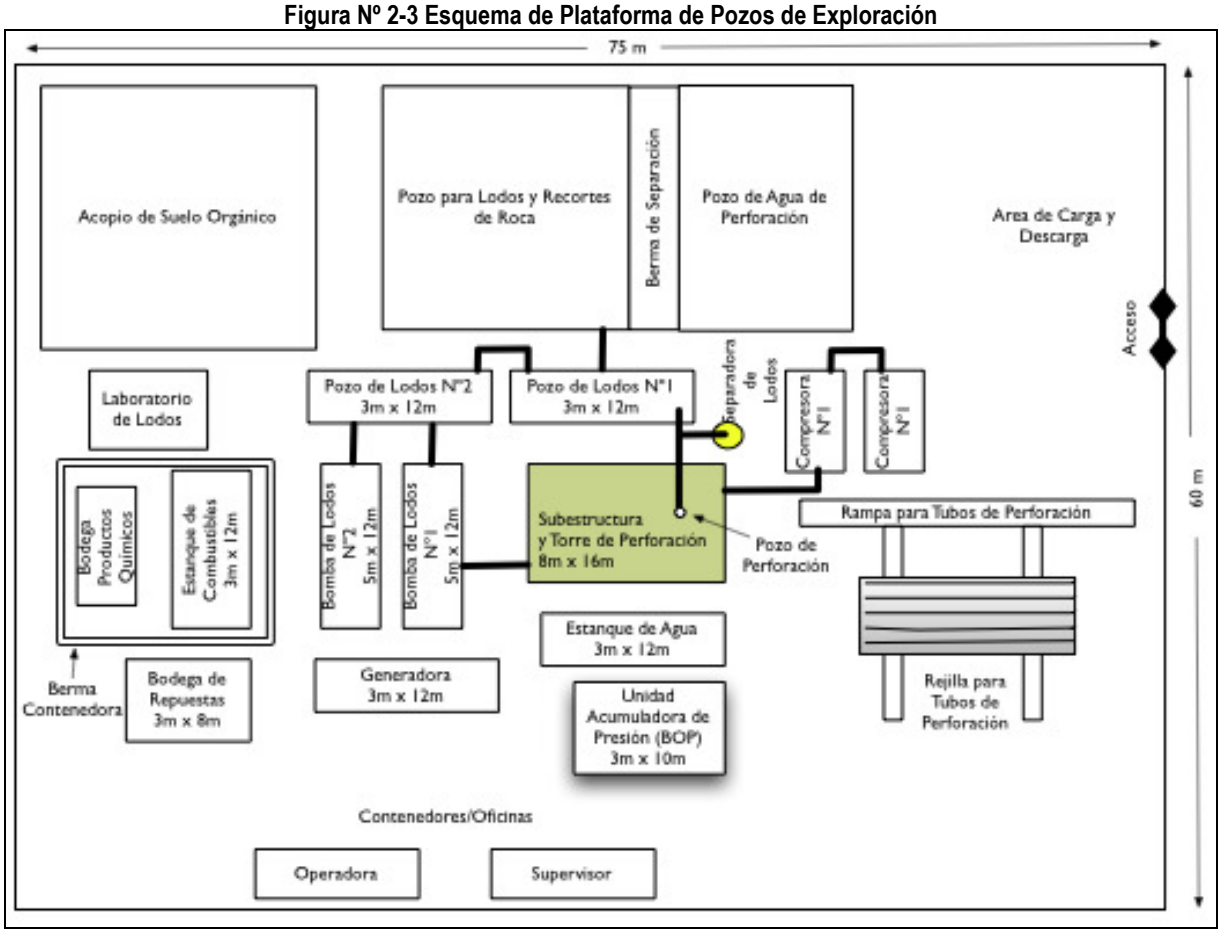
Los sondajes corresponden a perforaciones de profundidades no superiores a 300 m que se construyen mediante equipos montados totalmente sobre un camión especialmente habilitado y su objetivo es localizar y caracterizar cualquier acuífero poco profundo susceptible de ser encontrado y su identificación permitirá protegerlos totalmente de cualquier potencial impacto producto de la perforación exploratoria subsiguiente y de las pruebas a realizarse en los pozos exploratorios profundos.

2.3.4 CONSTRUCCIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS GEOTÉRMICOS

Cada plataforma de exploración geotérmica se dispondrá sobre un área rectangular de una superficie máxima estimada de 0,8 ha, la que debe ser estabilizada, compactada y nivelada, requiriendo el retiro previo del suelo, el que será convenientemente 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 adecuadamente el agua lluvia e implementar bermas de contención para controlar y capturar posibles fugas. Su diseño contempla lagunas o estanques impermeabilizados requeridos para recibir el lodo (mud) resultante de la perforación, así también los fragmentos (cuttings) y otros para almacenar el agua para perforación. En otros sectores 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 tóxico o peligroso se almacenarán en un área dentro de la plataforma cuyo suelo igualmente está recubierto con plástico y protegida con bermas para contener derrames accidentales.

Figura Nº 2-3 Esquema de Plataforma de Pozos de Exploración



La perforación de pozos profundos consta de un conjunto de maquinas y sistemas donde destaca 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.

2.3.5 PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS

La perforación se inicia con planificación detallada a partir de la información precisa recabada, entre ellos la profundidad de los acuíferos de baja profundidad, las temperaturas y la secuencia de rocas, así como las características del reservorio geotermal. Típicamente, la secuencia de perforación contempla 5 fases desde la superficie hasta el reservorio geotermal, donde se aplican diferentes técnicas de perforación, encamisado y seguridad. 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.

2.4 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 respaldarán las

decisiones respecto de la factibilidad de explotación del recurso y su duración estimada es de un máximo de un mes. Los fluidos producidos durante la fase de pruebas será almacenada en estanques y después inyectada de vuelta al reservorio geotérmico subterráneo.

2.5 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 absolutamente sujeto a los resultados de las pruebas. Si las pruebas indicasen que no existen recursos geotérmicos de valor comercial, se procederá a desmantelar totalmente las instalaciones provisorias, 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 provisorias se desmantelarán, 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.

La restauración de lugares de campamento, instalación de faenas, plataformas y sectores donde se efectuaron accesos viales se realizarán 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.

2.6 MANO DE OBRA

Los trabajadores requeridos para el proyecto son principalmente técnicos y profesionales altamente capacitados en labores de construcción y operación de pozos profundos, sin embargo también se requerirá personal administrativo y de apoyo que podrá ser provisto por la comunidad local. El detalle de la mano de obra requerida en los distintos frentes de trabajo durante la etapa de construcción y operación (pruebas) es el siguiente:

Tabla Nº 2-1 Mano de Obra Asociada

Fase	Tarea	Número de Personas (total)	Número de Turnos
CONSTRUCCIÓN	Instalación campamento e instalación de faenas	10	1
	Habilitación de caminos y accesos y plataformas de perforación	10	1
	Perforación Pozos de Baja Profundidad (8)	5	1
	Construcción de las Plataformas de Perforación Geotérmica (2)	30	2
OPERACIÓN	Pruebas de pozos	10	2
CIERRE Y/O ABANDONO	Cierre Campamento e Instalación de faenas Cierre de Plataformas	10	1

2.7 VÍAS DE ACCESO

Las principales vías a utilizar por el proyecto corresponden a las rutas A-487 y A-485 (indicada también como A-489), ambas rutas sin pavimentar y en buen estado de conservación. La ruta A 487 se origina en el camino internacional CH15, aproximadamente 33 km antes del pueblo de Colchane y tiene una distancia aproximada de 12 km. La Ruta A 485 por su parte tiene 13 km de distancia entre la bifurcación a Mauque y el ingreso a Puchuldiza.

2.8 RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE

2.8.1 RESIDUOS LÍQUIDOS

En base a las actividades que se desarrollarán durante el proceso de exploración, es posible asumir 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. En las plataformas se dispondrán baños químicos portátiles y los residuos líquidos domésticos originados en el campamento e instalación de faenas serán tratados en una planta de tratamiento estacionaria o portátil.

2.8.2 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. Los residuos domésticos, estos se generarán en la Instalación de Faenas y Campamento (oficinas, baños, comedor, camarines, etc.) y son, principalmente, del tipo orgánicos, plásticos, papeles, cartones y similares, no contaminados con una producción estimada de 7,5 kg/día; serán acopiados en contenedores herméticos con tapa que se ubicarán en las distintas áreas de trabajo y retirados por un contratista autorizado.

Los residuos industriales (madera y plástico de embalaje; envases; varillas de soldadura usadas; despuntes de fierro, ropa de trabajo desechable; y otros) serán acopiados en contenedores y trasladados a sitios autorizados.

Sobre los desechos peligrosos, el proyecto generará aceites y lubricantes usados, filtros de aceite, baterías, trapos o huaipe contaminados, restos metálicos contaminados y otros. Para el almacenamiento de estos residuos se habilitará un patio de acopio temporal que cumplirá lo establecido en el DS N°148/2003 MINSAL, su retiro y disposición estará a cargo de un contratista autorizados.

2.8.3 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Se espera que se generen emisiones a la atmosfera de contaminantes habituales para faenas de exploración 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.

Tabla Nº 2-2 Resumen de las Emisiones Asociados a la Construcción y Operación de Plataformas

Contaminante	Faena	Factor de Emisión	Unidades	Actividad	Unidades	Emisión Ton/año	Emisión Kg/día
PM10	Escarpe	4,50	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 2	638280	L/año	**1,51**	4,14
	Total (Ton/año)					**1,57**	4,31
NOx	Generadores	0,080	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**42,95**	117,66
CO	Generadores	0,017	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**9,28**	25,41
HC	Generadores	0,006	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**3,41**	9,34

2.8.4 EMISIONES DE RUIDO

a. Etapa de Construcción

En la etapa de construcción por actividades de instalación de faenas y campamento, habilitación de accesos, perforación de pozos de baja profundidad perforación y pruebas de dos pozos de exploración geotérmica de hasta 3000m, se estiman los siguientes niveles de emisiones acústicas.

Tabla Nº 2-3 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Construcción

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

b. Etapa de Operación

Los mayores niveles de presión sonora ponderados por actividad en la etapa de operación están dados por pruebas específicas de pozos según se indica en la tabla siguiente:

Tabla Nº 2-4 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Operación

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

Fuente: Datos proporcionados por el titular

Es posible advertir 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.

3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO

En el presente capítulo se presentan las normas de carácter ambiental a cumplir, conforme al criterio utilizado por el Repertorio de Legislación de Carácter Ambiental Vigente, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL GENERAL APLICABLE AL PROYECTO

La normativa chilena de carácter general, aplicable al proyecto es la siguiente:

- Decreto Ley Nº 3.464. Constitución Política de la República-
- Ley Nº 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417.
- Ley Nº 20.417, crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente-
- Decreto Supremo Nº 30, modificado por D.S. Nº 95. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley Nº 19.657, sobre Concesiones de exploración y explotación de Energía Geotérmica-

3.2 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL POR COMPONENTE, APLICABLE A CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

3.2.1 COMPONENTE AMBIENTAL AIRE

- **Calidad del Aire y Emisiones Atmosféricas**

Norma:	Decreto Supremo Nº 144. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza
Fecha de Publicación:	2 de mayo de 1961
Ministerio:	Salud

Norma:	DS 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.
Fecha de Publicación:	25 de mayo de 1998 y 11 de septiembre de 2001, respectivamente.
Ministerio:	MINSEGPRES
Norma:	DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación:	31 de enero de 1968
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 138/05. Establece obligación de declarar emisiones que indica
Fecha de Publicación:	17 de noviembre de 2005
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 75/87. Establece condiciones para el transporte de cargas que indica
Fecha de Publicación:	7 de Julio de 1987
Ministerio:	Transporte y Telecomunicaciones

Norma:	DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación:	15 de Septiembre de 1999
Ministerio:	Salud

- Ruido

Norma:	DS Nº 146/97. Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas
Fecha de Publicación:	17 de Abril de 1998
Ministerio:	MINSEGPRES

3.2.2 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (DOMICILIARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS)

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

Norma:	DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación:	31 de enero de 1968
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación:	15 de Septiembre de 1999
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 148/03. Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos
Fecha de Publicación:	12 de junio de 2003
Ministerio:	Salud

3.2.3 COMPONENTE AGUA (RECURSOS HÍDRICOS, AGUA POTABLE, AGUAS SERVIDAS)

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

Norma:	DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación:	31 de enero de 1968
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación:	15 de Septiembre de 1999

Ministerio:	Salud

Norma:	Decreto Nº 236. Reglamento General de Alcantarillados Particulares y sus modificaciones
Fecha de Publicación:	23 de mayo de 1926
Ministerio:	Higiene, Asistencia, Previsión Social y Trabajo

Norma:	DS Nº 735. Reglamento de agua destinados para consumo humano
Fecha de Publicación:	19 de diciembre de 1969
Ministerio:	Salud

Norma:	DS Nº 11. Norma Chilena 409, Requisitos de agua potable
Fecha de Publicación:	03 de marzo de 1984
Ministerio:	Salud

Norma:	D.F.L. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas
Fecha de Publicación:	29 de octubre de 1981
Ministerio:	Obras Públicas, Dirección General de Aguas

3.2.4 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Norma:	DS. Nº 379/1985, Aprueba Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios.
Fecha de Publicación:	1 de Marzo 1986
Ministerio:	Economía, Fomento y Reconstrucción

Norma:	DS. Nº 90, Aprueba Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio Al público de combustibles líquidos derivados del Petróleo
Fecha de Publicación:	5 de Agosto de 1996
Ministerio:	Economía, Fomento y Reconstrucción

Norma:	DS. 222/96 Reglamento de Instalaciones interiores de gas D.O. 25.04.96, Mod por DS. Nº78 de 1998.
Fecha de Publicación:	1998
Ministerio:	Economía, Fomento y Reconstrucción

3.2.5 PATRIMONIO CULTURAL, ARQUEOLÓGICO Y PAISAJE

Norma:	Ley Nº 17.288 y D.S. Nº 484, Ley sobre Monumentos Nacionales y su reglamento
Fecha de Publicación:	4 de Febrero de 1970 y 2 de Abril de 1991, respectivamente
Ministerio:	Educación

Norma:	Ley Nº 19.253 y DS Nº 67. Establece Norma sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea CONADI, Declara Área de Desarrollo Indígena Territorio denominado "Jiwasa Oraje", respectivamente.
Fecha de Publicación:	5 de Octubre de 1993 y 9 de mayo del 2001.
Ministerio:	Planificación y Cooperación
Norma:	DL Nº 1224 y Resolución Nº 560. Crea el Servicio Nacional de Turismo y declara ZOIT, un área de la Comuna de Colchane, respectivamente
Fecha de Publicación:	8 de Noviembre de 1975 y 20 de mayo del 2008, respectivamente
Ministerio:	Hacienda y SERNATUR, respectivamente

3.2.6 SUELO Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Norma:	DFL Nº 485, Ley General de Urbanismo y Construcciones
Fecha de Publicación:	13 de abril de 1976
Ministerio:	Vivienda

3.2.7 FLORA, FAUNA Y BIODIVERSIDAD

Norma:	Ley Nº 19.473 y DS Nº5. Modificado este último por DS Nº 53/03, Ley de Caza y su Reglamento
Fecha de Publicación:	27 de Septiembre de 1996 y 7 de Diciembre de 1998
Ministerio:	Agricultura

3.2.8 VIALIDAD Y TRANSPORTES

Norma:	DS Nº158. Fija el Peso Máximo de los Vehículos que pueden Circular por Caminos Públicos
Fecha de Publicación:	7 de Abril de 1980
Ministerio:	Obras Públicas

Norma:	Resolución N°1. Fija Establece dimensiones máximas a vehículos que indica
Fecha de Publicación:	21 de enero de 1995
Ministerio:	Transporte y Telecomunicaciones.

3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

De acuerdo a las obras del proyecto, a este le son requeridos los siguientes dos Permisos Ambientales Sectoriales:

- Articulo 99. 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. Nº 725/67, Código Sanitario.
- Articulo 106. 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. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

4 JUSTIFICACIÓN DE EFECTUAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2", debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por cuanto cumple con la tipología indicada en el artículo 10 de la Ley 19.300 y el artículo 3 del Reglamento del SEIA, literal p, donde se señala que deben ingresar al SEIA los siguientes tipos de proyectos:

"la ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita".

En cuanto a la forma de ingreso, el proyecto se somete al SEIA como un Estudio de Impacto Ambiental debido a los siguientes artículos y letras del Titulo III del Reglamento modificado del SEIA (D.S. Nº95/01):

- Artículo 5 letra f: Los niveles equivalentes de ruido nocturno serán sobrepasados, lo que requiere medidas de mitigación.
- Artículo 6 letra f: 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.
- Artículo 6 letra k: El proyecto intervendrá sectores puntuales que presentan vegetación nativa sobre las que el proyecto deberá implementar las medidas de mitigación y restauración
- Artículo 6 letra o: 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 agrológico se establecerán las medidas de mitigación y de restauración del suelo a su condición previa.
- Artículo 9 letra a: 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. El proyecto debe tomar todas las medidas de resguardo respecto de las viviendas existentes, accesos y terrenos adyacentes.
- Artículo 9 letra c: El área de concesión del proyecto se localiza al interior de un Zona de Interés Turístico (ZOIT), de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta Nº 560 del 20 de mayo de 2008 del SERNATUR. El EIA contempla las medidas para que el entorno no sea afectado en sus objetivos de protección.
- Artículo 11 letra a: 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.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – LÍNEA DE BASE

La caracterización del área de influencia o línea de base está definida para cada uno de los elementos estudiados del medio Físico; Biótico; Socioeconómico y Cultural.

Se describe el estado actual de los componentes del medio en que se desarrollan las obras y actividades del proyecto de exploración geotérmica "Puchuldiza Sur", definiéndose el área de estudio fundamentalmente a partir de los límites de la concesión indicados en la figura siguiente y establecidos en el Decreto 174 del 9 de octubre de 2009 del Ministerio de Minería, publicada el martes 2 de marzo del 2010. Los componentes estudiados son:

5.1 MEDIO FÍSICO

5.1.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA

De acuerdo con Fuenzalida, el tipo de clima que identifica para la zona en cuestión está representado por dos tipos a saber:

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

5.1.2 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 géiseres de Puchuldiza constituye una fuente natural de emisión de vapor de agua y gases, particularmente de ácido sulfhídrico (H2S) y dióxido de azufre SO2.

5.1.3 RUIDO

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.

Tabla Nº 5-1 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía

PUNTO	RONDA MEDIODÍA			RONDA TARDE			RONDA NOCHE			FUENTES DE RUIDO
	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	
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

Fuente: Elaboración Propia

Los Niveles Equivalentes de ruido medidos en los puntos evaluados oscilan entre 44 y 69, y entre 37 y 58 dBA para rondas mediodía y tarde respectivamente. Los Niveles Equivalentes de ruido nocturnos fluctúan entre 30 y 55 dBA. Siendo los mayores en el sector del campo termal de Puchuldiza

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

5.1.4 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 Chapiguailla (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 223ºC cuyo origen está relacionado con el magmatismo que ha dado origen a la actividad volcánica reciente.

5.1.5 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 sínter 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 ºC y un máximo de 86 ºC, 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: géiseres de fuente activos, géiseres de cono extintos, pozas y fumarolas; además, se encontró un ducto que parece haber correspondido a una poza de barro.

5.1.6 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 luy limitadas (clases Vi , VII y VIII)

5.1.7 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.

5.1.8 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 acápite 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). Es de esperar que los primeros constituyan acuíferos superficiales, de desarrollo limitado principalmente al norte de Rinconada de Lupe, en la quebrada Andacolló 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. 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 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 Condoriri.

d. Unidad Volcano Sedimentaria de Moderada a Alta Permeabilidad (MMAP): 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 Condoriri:** 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 Basamientp Impermeable (KBI): Compuesto por la Formación Churicollo: areniscas y brechas conglomeradicas, cementadas las que presentan una baja permeabilidad y constituyen el basamento del sistema.

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 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* (Llareta) y *Polylepis tarapacana* (Queñoa), ambas clasificadas en la categoría Vulnerable, de acuerdo con el D.S. Nº 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.

5.2.2 FAUNA TERRESTRE

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

Tabla Nº 5-2 Abundancia de especies en el AIP y por tipo de ambiente

	ABUNDANCIA (IND/HA)				
NOMBRE COMÚN	**P. HÍDRICO**	**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
Condor	0,00	*	0,00	0,00	0,00
Cometocino del norte	0,00	0,00	2,50	2,50	1,25
Pajaro 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

	ABUNDANCIA (IND/HA)				
NOMBRE COMÚN	**P. HÍDRICO**	**PAJONAL**	**TOLAR**	**BOFEDAL**	**AIP**
Perdiz de la puna	5,83	0,00	5,83	2,50	3,54
TOTAL AVES	**65,83**	**2,50**	**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**

Fuente: Elaboración Propia

*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.

Tabla Nº 5-3 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área

	P. HÍDRICO	PAJONAL	TOLAR	BOFEDAL
Riqueza (Nº spp.)	24	4	18	13
Abundancia (ind/ha)	99,2	2,5	38,3	29,2
Cat. de conservación (Nº spp.)	8	2	5	3
Especies exóticas (Nº spp.)	1	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

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.

5.2.3 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 de los géiseres, lo cual permite indicar un efecto desfavorable de la presencia de géiseres sobre la condición de este ensamble biológico en el área de estudio.

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 géiseres (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. Sin embargo, esto puede surgir como consecuencia de factores alternativos a los incluidos en la norma, tales como presencia de alta concentración de metales pesados, altos sólidos disueltos y particulados, altos niveles de conductividad específica y por factores ecológicos tales como la disponibilidad de alimento que usualmente es menor a mayor altitud.

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 géiseres (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 géiseres (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.

5.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

5.3.1 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%).

Tabla Nº 5-4 Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.

COMUNA / DISTRITOS	POBLACIÓN	POBLACION	VARIACION	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO	SUPERFICIE	DENSIDAD
	1992	2002	%	(r)	Km²	HAB /Km²
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**

Fuente: Elaboración Propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda años 1992 y 2002, INE.

5.3.2 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% indico 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.

5.3.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

5.3.3.1 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%

5.3.4 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO BÁSICO

5.3.4.1 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%).

Tabla Nº 5-5 Tipo de Vivienda Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO 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

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO DE CASOS**						
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

Fuente: Elaboración Propia, Censo 2002

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.

5.3.4.2 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.

5.3.4.3 Servicios básicos

5.3.4.3.1 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, Cetral Citani y Escapiña.

5.3.4.3.2 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.

5.3.4.3.3 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.

5.3.4.3.4 Sistema de eliminación de residuos domiciliarios

La provincia del Tamarugal cuenta con dos Vertederos 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.

5.3.4.4 Sistema educacional

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

Tabla Nº 5-6 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

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.5 Sistema de Salud

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

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

5.3.4.6 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.

5.3.4.7 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.

5.3.4.7.1 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 sí 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.

5.3.5 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.

Tabla Nº 5-7 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**	**100,00 %**

Fuente: Elaboración Propia

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.

5.3.6 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.

5.3.7 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 km^2, fue declarada como tal en Mayo del 2008.

5.3.8 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.

Tabla Nº 5-8 Valoración por componentes para cada UP

Nº	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.

6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

En el presente EIA se ha procedido a identificar, calificar cualitativamente y cuantificar los impactos del Proyecto considerando la Descripción del Proyecto y la condición de la Línea de Base.

Para la valoración cualitativa de los impactos identificados, se ha recurrido a la utilización de un conjunto de criterios generalmente utilizados: naturaleza, magnitud, importancia, certidumbre, tipo, reversibilidad, duración y tiempo en aparecer. Se ha utilizado como herramienta de valoración general de impactos, una matriz elaborada en forma específica para el Proyecto.

De acuerdo a las tablas siguientes, para la etapa de construcción se reconocen 16 impactos negativos principalmente por emisiones atmosféricas y afectación de recursos de suelo y vegetación en los sitios de campamento, instalación de faenas y emplazamiento de plataformas; estos impactos son de valorización media y baja, dada su poca extensión y duración, para los cuales se establecen medidas de mitigación, minimización y restauración; en esta etapa se reconocen 4 impactos positivos respecto del medio humano. En la etapa de Operación y Cierre, se determinan 6 impactos negativos, asociados a emisiones atmosféricas y acústicas por pruebas de pozos y dos impactos positivos asociados a potencial generación de empleo y oportunidad de servicios. Los impactos negativos no son significativos, dada la extensión y duración limitada de sus alcances.

Tabla Nº 6-1 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Construcción del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
ALTO	C-HUM-1	Mejoramiento de infraestructura y conectividad vial.	10
	C-HUM-5	Reforzamiento del acceso a ambiente construido (Lupe) y ambiente natural por habilitación de cruces sobre estero Puchuldiza	10
MEDIO	C-HUM-2	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	6
	C-HUM-4	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 6-2 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Construcción del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	C-VEG-2	Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	-9
	C-VEG-3	Afectación de pajonal hídrico en sector de cruces de estero Puchuldiza	-9
	C-FAU-1	Alteración de hábitat por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	-9
	C-PYE-1	Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial	-8
	C-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	-8
	C-PYE-3	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	-8
	C-GEO-1	Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	-7
	C-PYE-2	Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	-7
	C-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	-6
	C-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	-6
	C-SUE-1	Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	-6

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
	C-HID-2	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	-6
	C-VEG-1	Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	-6
BAJO	C-HUM-3	Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional	-5
	C-ACU-1	Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	-5
	C-HID-1	Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	-5

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los impactos de Operación y Cierre del proyecto, su jerarquía se indica en las tablas siguientes:

Tabla Nº 6-3 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Operación y Cierre del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	OC-HUM-1	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	9
	OC-HUM-2	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 6-4 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Operación y Cierre del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	OC-PYE-1	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	- 8
	OC-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	- 6
	OC-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	- 6
	OC-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	- 6
BAJO	OC-HID-1	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	- 5
	OC-FAU-1	Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	- 5

Fuente: Elaboración Propia

7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Una vez evaluados y jerarquizados los impactos ambientes se procedió a la elaboración de un plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación. Este se realizó de acuerdo a lo indicado el artículo 12, letra h), del Reglamento del SEIA. El plan contempla un total de 26 medidas únicas distribuidas en los diferentes componentes, a la vez se establecen 5 medidas ambientales de carácter general que buscan optimizar dicho Plan. La medidas se orientan a mitigar las emisiones atmosféricas y de ruido, reducir el efecto sobre el suelo y restaurar las áreas de intervención, mitigar efectos sobre la fauna y el uso del agua y reducir las potenciales molestias del proyecto sobre visitantes del campo de geyser.

8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

De acuerdo al Título VI, Párrafo 2º del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar que las medidas de mitigación, compensación y

reparación de las variables ambientales sean las adecuadas y suficientes. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables. El Plan de Seguimiento, de acuerdo a la tabla siguiente, contempla verificaciones de procedimientos en terreno, mediciones estacionales de parámetros asociados a cantidad y calidad de agua, medición continua de parámetros atmosféricos y seguimiento durante el cierre de las plataformas y levantamiento de las instalaciones.

Tabla Nº 8-1 Plan de Seguimiento Etapa de Construcción

Componente	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
Calidad de Aire	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Aplicación de material estabilizante en áreas de circulación recurrente (instalación de faenas, plataformas, accesos a plataformas) • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales	• Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico. • Supervisión de Condiciones de Mantención de vehículos y maquinarias • Supervisión de Procedimientos • Mediciones de presencia y concentración de H_2S y CO_2
Ruido	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Mediciones Mensuales de Ruido en: • Caminos de acceso • Plataformas de perforación de pozos • Pozos de Gradientes
Geología y Geomorfología Suelos	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos.
Hidrología y Calidad de Agua	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.
Vegetación y Flora	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos.
Fauna	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos
Limnología	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.
Paisaje y Estética	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN:	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos

Componente	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
	• Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo	
	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programación de actividades de acuerdo a temporadas y horarios de visitación. • Inducción al personal sobre tránsito preferente de visitantes (ceda el paso, detención) • Disponibilidad de Información al visitante	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 8-2 Plan de Seguimiento Etapa de Operación y Cierre

Componente	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
Calidad de Aire	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales	• Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico. • Supervisión de Condiciones de Mantención de vehículos y maquinarias • Supervisión de Procedimientos • Mediciones de presencia y concentración de H_2S y CO_2
Ruido	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Mediciones Mensuales de Ruido en: • Caminos de acceso • Plataformas de perforación de pozos • Pozos de Gradientes
Hidrología y Calidad de Agua	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.
Fauna	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos
Paisaje y Estética	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos

Fuente: Elaboración Propia

9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESCRIPCIÓN DE ACCIONES PREVIAS

GGE desarrolló un amplio programa temprano de exposiciones y consulta con las comunidades indígenas vecinas al Proyecto, con el fin de acercarse a los principios del Convenio 169 en cuanto consultar a la comunidad de manera pertinente, en forma previa e informada para realizar acciones sobre el territorio de buena fe y de manera culturalmente adecuada. Lo anterior contempló la organización de un conjunto de talleres en los que participó la comunidad indígena Mauque Puchuldiza, sus directivos y comunidad en general, se incluyeron además exposiciones para autoridades comunales, otros líderes de opinión, servicios públicos y privados, actividades que se desarrollaron en marzo de 2010.

Los talleres se efectuaron entre los días 27 al 31 de marzo de 2010. Dichas Las sesiones fueron grabadas (grabación de voz) con el consentimiento de los asistentes. Existe asimismo, registro fotográfico de los talleres siguientes:

Tabla Nº 9-1 Talleres Participación Ciudadana Temprana

Fecha	Actores	Lugar de Desarrollo
Sábado 27 marzo 2010	Grupo 2. Comunidad Mauque- Puchuldiza; directiva. Autoridades tradicionales territorio. Comunidad originaria de Mauque-Puchuldiza en general	Sede Unión Comunal Comuna de Alto Hospicio
Lunes 29 marzo 2010	Grupo 4. Operadores turísticos, académicos, servicios públicos	Hotel Arturo Prat, Ciudad de Iquique
Martes 30 marzo 2010	Grupo 3 Otros grupos de interés líderes de opinión, dirigentes sociales, organizaciones sociales, organizaciones relacionadas con el tema indígena (ADI, CNA), comunidad en general de comuna de Colchane	Sede Unión Comunal Comuna de Colchane
Miércoles 31 marzo 2010	Grupo 1. Autoridades formales Alcalde, juntas de vecinos; presidentes de comunidades, concejo municipal	Sede Unión Comunal Comuna de Colchane

Fuente: Elaboración Propia

Foto Nº 9-1 Exposición representante de GGE en Taller 3



Foto Nº 9-2 Exposición de GGE en Taller 4



Fuente: Elaboración Propia

10 DESCRIPCIÓN DE RELACIÓN ENTRE PROYECTOS Y POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL

Según lo indicado en el artículo 9° de la Ley 20.417 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (que modifica la Ley 19.300 Ley sobre Generales del Medio Ambiente), los proponentes de proyectos o actividades, en sus Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental, deberán describir la forma en que tales proyectos o actividades se relacionan con las políticas, planes o programas de desarrollo regional, así como con los planes de desarrollo comunal.

Las políticas, los planes y los programas de desarrollo nacional, regional y comunal que serán analizados en relación al proyecto, corresponden a:

- Política Pública para Territorios Especiales Aislados
- Estrategia Regional de Desarrollo Región de Tarapacá;
- Plan Regional Desarrollo Urbano Región de Tarapacá;
- Plan Regulador Comunal de Colchane;
- Plan Desarrollo Comunal de Colchane; y
- Plan Desarrollo Turístico de Colchane

11 ANTECEDENTES DE NEGOCIACIÓN Y ACUERDOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACION AMBIENTAL CON INTERESADOS

El proceso de negociaciones con la comunidad, estuvo basado en la toma de acuerdos y compromisos realizados desde los Talleres de Participación Ciudadana Temprana. En general, la toma de compromisos estuvo relacionada con el propósito de mantener una relación en el tiempo entre ambas partes que incluyera posteriores etapas de desarrollo. Tanto la comunidad como GGE están interesados en generar vínculos basados en la confianza y la transparencia y en donde exista un compromiso real de realizar trabajos en conjunto.

En este contexto, la comunicación es un aspecto relevante en la relación que se ha establecido entre GGE y La Comunidad, donde esta exige estar permanentemente informada de los pasos y actividades de la empresa y ésta se ha comprometido a comunicar todas sus acciones a los dirigentes comunales. En este sentido, el programa de relaciones con la comunidad que ha establecido la empresa, está alineado con los compromisos asumidos, principalmente con la comunicación y el trabajo en conjunto, donde GGE se ha comprometido en desarrollar una política real de buen vecino y en un aporte para el desarrollo de la Comunidad de Mauque Puchuldiza.

A partir de las presentaciones, reuniones y acuerdos suscritos, GGE Chile SpA como titular de la Concesión de Exploración de Energía Geotérmica denominada “Puchuldiza Sur 2”, ha acordado la suscripción de una autorización y contrato de promesa de servidumbre para explotación de energía geotérmica por la Comunidad Indígena Aymara Mauque Puchuldiza y otros; la que establece medidas de mitigación y compensación ambiental.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,
I REGIÓN DE TARAPACÁ

VOL 1 – CAPÍTULOS

Santiago, Diciembre de 2010

Sustentable.cl S.A.
Información, Asesoría y Gestión Ambiental
Av. Providencia 2640. Of. 15 - A
Teléfono: (56-2) 3659306 Fax: (56-2) 3659307
www.sustentable.cl

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,
I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE GENERAL

- **RESUMEN EJECUTIVO**
- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

1 CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN 1-1
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO 1-1
1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES 1-2
1.3 ESTRATEGIA GENERAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN 1-3
1.4 ACTUALIZACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL GENERAL 1-4
1.5 FORTALEZAS AMBIENTALES – VALOR AMBIENTAL DEL PROYECTO 1-4
1.6 PERMISOS Y DERECHOS NO AMBIENTALES ASOCIADOS 1-5

2 CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2-1
2.1 ANTECEDENTES 2-1
2.1.1 Identificación del Titular y Representante Legal 2-1
2.1.2 Objetivos y Justificación del proyecto 2-1
2.1.3 Localización y Superficie del Proyecto 2-1
2.1.4 Monto Estimado de la Inversión 2-4
2.1.5 Vida Útil del Proyecto 2-4
2.1.6 Fecha Estimada de Inicio de la Ejecución del Proyecto 2-4
2.1.7 Descripción Cronológica del Proyecto 2-4
2.1.8 Mano de Obra Asociada 2-6
2.1.9 Vías de Acceso 2-6
2.2 DEFINICIÓN DE PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO 2-7
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 2-9
2.3.1 Instalación de Faenas y Campamento 2-9
2.3.2 Habilitación de Caminos y Accesos 2-15
2.3.3 Perforación de Sondajes o Pozos de baja Profundidad 2-18
2.3.4 Construcción de las Plataformas de Perforación de Pozos Profundos Geotérmicos 2-19
2.4 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE OPERACIÓN O DE PRUEBA DE POZOS 2-29
2.4.1 Pruebas de Pozos 2-29
2.4.2 Equipos e Insumos para las Pruebas de Pozos 2-30
2.5 FASE DE CIERRE Y/O ABANDONO 2-31
2.5.1 Abandono Provisorio de los Pozos 2-31
2.5.2 Abandono y Cierre Permanente de los Pozos 2-31
2.5.3 Cierre Permanente de Plataformas de Pozos y de Caminos 2-32
2.6 RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE 2-33
2.6.1 Residuos líquidos 2-33
2.6.2 Residuos Sólidos 2-33
2.6.3 Emisiones a la atmósfera 2-34
2.6.4 Emisiones de Ruido 2-37

3 CAPÍTULO 3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO 3-1
3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL GENERAL APLICABLE AL PROYECTO 3-1
3.2 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL POR COMPONENTE, APLICABLE A CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO 3-4
3.2.1 Componente ambiental aire 3-4
3.2.2 Componente ambiental ruido 3-8
3.2.3 Manejo de residuos sólidos (domiciliarios, industriales y peligrosos) 3-8
3.2.4 Componente Agua (Recursos hídricos, Agua potable, Aguas servidas) 3-12
3.2.5 Manejo y Almacenamiento de Combustible 3-17
3.2.6 Patrimonio cultural, Arqueológico y Paisaje 3-19
3.2.7 Suelo y Planificación Territorial 3-21
3.2.8 Flora, Fauna y Biodiversidad 3-22
3.2.9 Vialidad y Transportes 3-23
3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES 3-24

4 CAPÍTULO 4 JUSTIFICACIÓN DE EFECTUAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4-1
4.1 PRESENTACIÓN 4-1
4.2 ANÁLISIS DE INGRESO DEL PROYECTO AL SEIA 4-1
4.3 ANTECEDENTES NECESARIOS PARA DETERMINAR QUE EL PROYECTO REQUIERE LA PRESENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 4-1
4.4 CONCLUSIÓN 4-4

5 CAPÍTULO 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – LÍNEA DE BASE 5-10
5.1 PRESENTACIÓN 5-10
5.2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 5-11
5.3 MEDIO FÍSICO 5-12
5.3.1 Clima y Meteorología 5-12
5.3.2 Calidad del Aire 5-23
5.3.3 Ruido 5-23
5.3.4 Geomorfología y Geología 5-30
5.3.5 Volcanismo 5-47
5.3.6 Suelos 5-54
5.3.7 Hidrología 5-69
5.3.8 Hidrogeología 5-81
5.3.9 Hidroquímica 5-84
5.3.10 Peligros y riesgos geológicos 5-100
5.4 MEDIO BIÓTICO 5-110
5.4.1 Vegetación y Flora 5-110
5.4.2 Fauna Terrestre 5-120
5.4.3 Flora y Fauna Acuática, calidad de agua 5-129
5.5 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL 5-157
5.5.1 Introducción 5-157
5.5.2 Metodología 5-159
5.5.3 Población 5-161
5.5.4 Distribución de población 5-165
5.5.5 Viviendas en el área de estudios 5-172
5.5.6 Composición de población 5-174
5.5.7 Aspectos Socioeconómicos 5-191
5.5.8 Infraestructura y Equipamiento Básico 5-202
5.5.9 Uso de Suelo 5-233
5.5.10 Instrumentos de Planificación Territorial 5-236
5.5.11 Patrimonio Cultural 5-237

5.5.12 Análisis Turismo 5-239
5.5.13 Análisis Paisaje 5-266

6 CAPÍTULO 6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 6-1
6.1 INTRODUCCIÓN 6-1
6.2 METODOLOGÍA GENERAL 6-1
6.2.1 Metodología Aplicada para la Evaluación de los Impactos Ambientales 6-1
6.3 Impactos previstos Etapa de Construcción 6-4
6.4 Impactos previstos Etapa de Operación y Cierre 6-11
6.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS 6-14
6.5.1 Metodología de Evaluación y Valorización de Impactos Ambientales 6-14
6.5.2 Jerarquización de Impactos 6-15
6.5.3 Jerarquización y Relevancia de Los Impactos Determinados 6-22
6.6 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS 6-24
6.6.1 Impactos Sobre Calidad del Aire 6-24
6.6.2 Impactos por Ruidos 6-25
6.6.3 Impactos sobre Geología, Geomorfología y Suelos 6-26
6.6.4 Impactos sobre Calidad de Agua e Hidrología 6-27
6.6.5 Impactos Sobre Medio Biótico 6-29
6.6.6 Impactos Sobre Medio Humano 6-30
6.6.7 Impactos Sobre Medio Patrimonial 6-31
6.7 Descripción Impactos de etapa de Operación y Cierre 6-32
6.7.1 Impactos Sobre Calidad de Aire en Etapa de Operación y Cierre 6-32
6.7.2 Impactos Acústicos en Etapa de Operación y Cierre 6-33
6.7.3 Impactos sobre Hidrología en Etapa de operación y Cierre 6-34
6.7.4 Impactos Sobre Medio Biótico en Etapa de Operación y Cierre 6-35
6.7.5 Impactos Sobre Medio Humano en Etapa de Operación y Cierre 6-35
6.7.6 Impactos Sobre Medio Patrimonial en Etapa de Operación y Cierre 6-35
6.8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES 6-36

7 CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 7-1
7.1 PLANES Y OBJETIVOS 7-1
7.1.1 Plan de Manejo Ambiental 7-1
7.1.2 Plan de Medidas de Prevención de Riesgos Ambientales 7-1
7.1.3 Plan de Prevención de Riesgos y accidentes 7-2
7.2 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 7-2
7.2.1 Resumen Plan de Manejo Ambiental 7-2
7.2.2 Descripción de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación 7-8
7.2.3 Medidas Ambientales Generales 7-15
7.3 PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES 7-16
7.3.1 Resumen de Riesgos Ambientales 7-17
7.3.2 Descripción de Medidas del Plan de Prevención de Riesgos 7-17
7.4 PLAN GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES Y CONTINGENCIAS 7-22
7.4.1 Alcance del PGP 7-22
7.4.2 Principios del PGP 7-22
7.4.3 Reglamento de Obra y Actividades 7-23

8 CAPÍTULO 8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1
8.1 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1
8.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1
8.3 DESCRIPCIÓN MEDIDAS DE SEGUIMIENTO 8-8

8.3.1 Seguimiento Medidas de Calidad del Aire 8-8
8.3.2 Seguimiento Medidas de Emisión de Ruidos 8-10
8.3.3 Seguimiento Medidas sobre Hidrología, Calidad de Aguas y Limnología 8-11
8.3.4 Seguimiento Medidas sobre Suelos, Geomorfología, Fauna y Flora 8-14
8.3.5 Seguimiento Medidas sobre Paisaje y Turismo 8-14

9 CAPÍTULO 9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESCRIPCIÓN DE ACCIONES PREVIAS 9-1
9.1 PRESENTACIÓN 9-1
9.2 ACCIONES PREVIAS 9-1
9.2.1 Metodología 9-1
9.2.2 Desarrollo de los Talleres 9-3
9.2.3 Talleres en la comunidad 9-5
9.3 Conclusiones Generales Proceso de Participación Ciudadana Temprana 9-19
9.4 ACTIVIDADES PROPUESTAS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA 9-20

10 CAPÍTULO 10: DESCRIPCIÓN DE RELACIÓN ENTRE PROYECTOS Y POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL 10-1
10.1 INTRODUCCIÓN 10-1
10.2 POLÍTICA PÚBLICA PARA TERRITORIOS ESPECIALES AISLADOS 10-1
10.3 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL 10-2
10.3.1 Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de la Región de Tarapacá 10-2
10.3.2 Plan Regional Desarrollo Urbano (PRDU) Región de Tarapacá 10-3
10.4 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO COMUNAL 10-6
10.4.1 Plan Regulador Comunal (PRC) de Colchane 10-6
10.4.2 Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Colchane 10-6
10.4.3 Plan de Desarrollo Turístico de Colchane (PLADETUR) 10-7
10.4.4 Estrategia Nacional de Turismo 10-7
10.5 CONCLUSIONES 10-11

11 CAPÍTULO 11: ANTECEDENTES DE NEGOCIACIÓN Y ACUERDOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACION AMBIENTAL CON INTERESADOS 11-1
11.1 ACUERDOS, COMPROMISOS Y NEGOCIACIONES FINALIZADAS CON INTERESADOS 11-1
11.2 AUTORIZACIÓN Y CONTRATO DE PROMESA DE SERVIDUMBRES PARA EXPLOTACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA ENTRE GGE CHILE SPA Y COMUNIDAD INDÍGENA AYMARA MAUQUE PUCHULDIZA Y OTROS 11-3
11.3 CONCLUSIONES 11-5

12 CAPÍTULO 12 FICHAS PARA FACILITAR LA FISCALIZACIÓN 12-1
12.1 FICHA RESUMEN N° 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 12-1
12.2 FICHA RESUMEN N° 2. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE 12-4
12.3 FICHA RESUMEN N° 3. MEDIDAS E IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 12-11

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 2 1 Área de Concesión Puchuldiza Sur 2 2-2
Tabla Nº 2 2 Mano de Obra Asociada 2-6
Tabla Nº 2 3 Fases y Actividades del Proyecto 2-8
Tabla Nº 2 4 Obras Viales a Ejecutarse 2-16
Tabla Nº 2 5 Ubicación de Sondajes de Exploración 2-18

Tabla Nº 2 6 Localización de Plataformas de Pozos Profundos de Exploración Geotérmica 2-19
Tabla Nº 2 7 Sustancias peligrosas 2-25
Tabla Nº 2 8 Resumen de las Emisiones Atmosféricas Estimadas Para El Proyecto 2-36
Tabla Nº 2 9 Resumen de las Emisiones Asociados a la Construcción y Operación de Plataformas 2-37
Tabla Nº 2 10 Fuentes de ruido y NPSeq Accesos Construcción de Plataformas y Abandono. 2-37
Tabla Nº 2 11 Fuentes de Ruido y NPSeq Actividad de Perforación de Pozos 2-38
Tabla Nº 2 12 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Construcción 2-38
Tabla Nº 2 13 Fuentes de ruido y NPSeq Etapa de Operación Maquinarias 2-38
Tabla Nº 2 14 Fuentes de ruido y NPSeq Actividad de Prueba de Pozos 2-39
Tabla Nº 2 15 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Operación 2-39

Tabla Nº 5 1 Proyectos en la Comuna de Colchane que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental 5-10
Tabla Nº 5 2 Ubicación puntos de medición de ruido basal 5-24
Tabla Nº 5 3 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía 5-29
Tabla Nº 5 1 Proyectos en la Comuna de Colchane que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental 5-10
Tabla Nº 5 2 Ubicación puntos de medición de ruido basal 5-24
Tabla Nº 5 3 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía 5-29
Tabla Nº 5 4 Niveles basales de ruido en dBA, ronda tarde 5-29
Tabla Nº 5 5 Niveles basales de ruido en dBA, ronda noche 5-30
Tabla Nº 5 6 Puntos de muestreo aguas superficiales 5-31
Tabla Nº 5 7 Estaciones de muestreo y descripción de perfiles de suelo 5-55
Tabla Nº 5 8 Características morfológicas del Pedón 5-59
Tabla Nº 5 9 Características morfológicas del Pedón 5-61
Tabla Nº 5 10 Características morfológicas del Pedón 5-64
Tabla Nº 5 11 Características morfológicas del Pedón 5-66
Tabla Nº 5 12 Estaciones Fluviométricas Seleccionadas 5-76
Tabla Nº 5 13 Estaciones Pluviométricas Seleccionadas 5-76
Tabla Nº 5 14 Características y Parámetros Morfológicos de Cuencas y Subcuencas 5-77
Tabla Nº 5 15 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación 5-78
Tabla Nº 5 16 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación 5-78
Tabla Nº 5 17 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración 5-80
Tabla Nº 5 18 Caudales Mínimos Estero Puchuldiza en Zona Exploración Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa 5-80
Tabla Nº 5 19 Resumen de resultados-Caudales Máx. y Mín. (T=10 años), Estero Puchuldiza 5-81
Tabla Nº 5 20 Datos físico químicos disponibles en informe JICA 5-87
Tabla Nº 5 21 Resultados analíticos (parciales) de monitoreo SERNAGEOMIN 5-89
Tabla Nº 5 22 Clasificación Muestras SERNAGEOMIN 5-92
Tabla Nº 5 23 Resultados Analíticos Monitoreo Diciembre 2009 Enero 2010 5-96
Tabla Nº 5 24 Principales características de las aguas monitoreadas 5-98
Tabla Nº 5 25 Grandes sismos ocurridos entre 1831 al 2007 entre los 19º y 24º lat. Sur 5-108
Tabla Nº 5 26 Intensidades sismo Junio 2005 5-108
Tabla Nº 5 27 Tipos Biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT 5-112
Tabla Nº 5 28 Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT 5-113
Tabla Nº 5 29 Unidades vegetacionales en el área de estudio 5-115
Tabla Nº 5 30 Tipología de vegetación Zonal en el AIP, según COT 5-116
Tabla Nº 5 31 Tipología de vegetación Azonal en el AIP, según COT 5-116
Tabla Nº 5 32 Catálogo de la Flora vascular identificada en el AIP 5-118
Tabla Nº 5 33 Resumen taxonómico de la Flora Vascular en el AIP 5-119
Tabla Nº 5 34 Abundancia de especies en el AIP y por tipo de ambiente 5-125
Tabla Nº 5 35 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área de influencia del proyecto 5-127
Tabla Nº 5 36 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área 5-129

Tabla Nº 5 37 Estaciones de muestreo de calidad de agua y biota acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre 2009 5-131
Tabla Nº 5 38 Ubicación de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre de 2009 5-131
Tabla Nº 5 39 Parámetros de estudio de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. 5-134
Tabla Nº 5 40 Composición y densidad (ind/m2) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-147
Tabla Nº 5 41 Composición y densidad (cel/mm2) de microalgas bentónicas (fitobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-150
Tabla Nº 5 42 Composición y densidad (cel/l) de fitoplancton. Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-151
Tabla Nº 5 43 Composición y densidad (ind/l) de fauna de organismos planctónicos (zooplancton). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-153
Tabla Nº 5 44 Plantas acuáticas (macrófitas). Estero Puchuldiza. Estudio de limnología. Diciembre de 2009. 5-154
Tabla Nº 5 45 Estructura Metodológica Levantamiento de Información 5-159
Tabla Nº 5 46Listado Entrevistados 5-159
Tabla Nº 5 47 Comunas y Distritos censales en estudio 5-162
Tabla Nº 5 48 Población Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá 5-162
Tabla Nº 5 49 Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales 5-166
Tabla Nº 5 50 Número de Entidades Según Rangos De Población Por Distritos Censales 2002. 5-169
Tabla Nº 5 51 Número de Entidades Según Rangos De Población Por tipo de Asentamiento 5-170
Tabla Nº 5 52 Distribución de Viviendas Según Distrito y Censo 5-172
Tabla Nº 5 53 Viviendas Según Condición Ocupacional, Área De Estudio Censo 2002. 5-173
Tabla Nº 5 54 Pertenencia Étnica de la Población, Según Distrito. 5-174
Tabla Nº 5 55 Estructura de Edades Según el Índice de Masculinidad 2002, del Área de Estudio 5-175
Tabla Nº 5 56 Índice de Masculinidad (IM) Por Edades en el Área de Estudios, años 2002 - 1992. 5-176
Tabla Nº 5 57 Composición Grupos de Edad Año 2002 5-177
Tabla Nº 5 58 Composición Grupos de Edad Año 1992 5-178
Tabla Nº 5 59 Población Por Distritos 2002, Según Composición % de Grupos de Edad 5-180
Tabla Nº 5 60 Componente de Inmigrantes Según Lugar de Origen 5-180
Tabla Nº 5 61 Localidades Con 50 y Más Habitantes Según Analfabetismo de la Población con 15 y más Años. . 5-183
Tabla Nº 5 62 Localidades Con 50 y más Habitantes, Tasas Especificas de Analfabetismo Según Grupo de Edad…..5-184
Tabla Nº 5 63 Situación Base Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá 5-187
Tabla Nº 5 64 Situación Base Censos 1992- 2002, Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales. 5-187
Tabla Nº 5 65 Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año). 5-188
Tabla Nº 5 66 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020. 5-189
Tabla Nº 5 67 Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año). 5-189
Tabla Nº 5 68 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020. 5-189
Tabla Nº 5 69 Actividades Económicas Comuna de Colchane 5-191
Tabla Nº 5 70 Código de Ocupación Comuna de Colchane 5-192
Tabla Nº 5 71 Patentes Comerciales Comuna Colchane 5-196
Tabla Nº 5 72 Índice de Desarrollo Humano, Comuna Colchane 5-198
Tabla Nº 5 73 Niveles de Pobreza, Comuna Colchane 5-199
Tabla Nº 5 74 Tipo de Vivienda Comuna Colchane 5-202
Tabla Nº 5 75 Propiedad de las Viviendas Comuna Colchane 5-205
Tabla Nº 5 76 Condición de ocupación de las viviendas Comuna Colchane 5-205
Tabla Nº 5 77 Origen del Agua Comuna Colchane 5-207
Tabla Nº 5 78 Disponibilidad de Servicio Higiénico Comuna Colchane 5-208

Tabla Nº 5 79 Origen del Alumbrado Eléctrico Comuna Colchane..... 5-211
Tabla Nº 5 80 Escuelas Básicas Comuna Colchane 5-213
Tabla Nº 5 81 Jardines Infantiles Comuna Colchane..... 5-214
Tabla Nº 5 82 Servicios Gubernamentales Comuna Colchane 5-216
Tabla Nº 5 83 Infraestructura, Servicios y Equipamiento en el Área de Proyecto 5-217
Tabla Nº 5 84 Usos tradicionales medicinas..... 5-223
Tabla Nº 5 85 Iglesias consideradas Monumentos Nacionales 5-226
Tabla Nº 5 86 Listado Organizaciones Sociales Comuna Colchane 5-231
Tabla Nº 5 87 Uso de Suelo en el área de estudio..... 5-234
Tabla Nº 5 88 División Político Administrativa de la Región..... 5-241
Tabla Nº 5 89 Monumentos en Comuna de Colchane..... 5-251
Tabla Nº 5 90 Atractivos Turísticos insertos en el AID..... 5-253
Tabla Nº 5 91 Atractivos Turísticos insertos en el AID..... 5-255
Tabla Nº 5 92 Establecimientos de alojamiento existentes en el AID 5-257
Tabla Nº 5 93 Establecimientos de alimentación existentes en el AID 5-258
Tabla Nº 5 94 Servicio de cicloturismo existentes en el AID..... 5-258
Tabla Nº 5 95 Operadores Turísticos existentes en el AID..... 5-259
Tabla Nº 5 96 Unidades de Paisaje Fondos de Quebradas 5-271
Tabla Nº 5 97 Unidad de Paisaje Coironal o pajonal..... 5-272
Tabla Nº 5 98 Unidad de Paisaje Bofedales 5-273
Tabla Nº 5 99 Unidad de Paisaje Géiseres 5-274

Tabla Nº 6 1 Lista de Chequeo de Factores Ambientales..... 6-2
Tabla Nº 6 2 Lista de Chequeo de Actividades del Proyecto 6-3
Tabla Nº 6 3 Impactos de Construcción Previstos Sobre Calidad del Aire 6-4
Tabla Nº 6 4 Impactos de Construcción Previstos por Ruido..... 6-5
Tabla Nº 6 5 Impactos de Construcción Previstos Sobre Geomorfología y Geología..... 6-5
Tabla Nº 6 6 Impactos de Construcción Previstos Sobre Suelos..... 6-6
Tabla Nº 6 7 Impactos de Construcción Previstos Sobre Hidrología..... 6-6
Tabla Nº 6 8 Impactos de Construcción previstos sobre Flora y Vegetación Terrestre..... 6-7
Tabla Nº 6 9 Impactos de Construcción Previstos sobre Fauna Terrestre..... 6-7
Tabla Nº 6 10 Impactos de Construcción Previstos sobre Flora y Fauna Acuática..... 6-8
Tabla Nº 6 11 Impactos de Construcción Previstos sobre Flujo de comunicación y transporte 6-8
Tabla Nº 6 12 Impactos de Construcción Previstos sobre Población y empleo 6-8
Tabla Nº 6 13 Impactos de Construcción Previstos sobre Identidad Cultural y formas de organización..... 6-9
Tabla Nº 6 14 Impactos de Construcción Previstos sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio..... 6-9
Tabla Nº 6 15 Impactos de Construcción Previstos sobre Acceso a ambiente natural y Construido 6-9
Tabla Nº 6 16 Impactos de Construcción Previstos Sobre Patrimonio Arqueológico y Cultural..... 6-10
Tabla Nº 6 17 Impactos de Construcción Previstos Sobre Paisaje y Estética 6-10
Tabla Nº 6 18 Impactos Previstos de Operación y Cierre Sobre Calidad del Aire 6-11
Tabla Nº 6 19 Impactos de Operación y Cierre Previstos por Ruido..... 6-11
Tabla Nº 6 20 Impactos de Operación y Cierre Previstos Sobre Hidrología..... 6-12
Tabla Nº 6 21 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Fauna Terrestre..... 6-12
Tabla Nº 6 22 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Población y empleo 6-12
Tabla Nº 6 23 Impactos previstos Operación y Cierre sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio..... 6-13
Tabla Nº 6 24 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Paisaje y Estética..... 6-13
Tabla Nº 6 25 Evaluación de Impactos Etapa de Construcción..... 6-16
Tabla Nº 6 26 Evaluación de Impactos Etapa de Operación y Cierre..... 6-20
Tabla Nº 6 27 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Construcción del Proyecto..... 6-22
Tabla Nº 6 28 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Construcción del Proyecto..... 6-22
Tabla Nº 6 29 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Operación y Cierre del Proyecto..... 6-23
Tabla Nº 6 30 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Operación y Cierre del Proyecto..... 6-23

Tabla Nº 6 31 Niveles de presión Sonora Ponderados; Etapa de Construcción 6-25
Tabla Nº 6 32 Límites Máximos de Ruido en dBA 6-26
Tabla Nº 6 33 Distancia proyecto - receptor; etapa construcción 6-26
Tabla Nº 6 34 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración 6-29
Tabla Nº 6 35 Fuentes de ruido y NPSeq; Etapa de Operación Maquinarias 6-33
Tabla Nº 6 36 Fuentes de ruido y NPSeq; actividad de liberación de vapor a la atmósfera. 6-33
Tabla Nº 6 37 Niveles de Presión Sonora Ponderados; Etapa De Operación 6-33
Tabla Nº 6 38 Límites Máximos de Ruido en dBA 6-34
Tabla Nº 6 39 Distancia Proyecto - Receptor; Etapa Operación y Cierre 6-34
Tabla Nº 6 40 Identificación de Riesgos Ambientales Relacionadas con el Proyecto en Etapas de Construcción, Operación y Cierre 6-37

Tabla Nº 7 1 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Construcción 7-3
Tabla Nº 7 2 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Operación y Cierre 7-6
Tabla Nº 7 3 Riesgos Determinados del Proyecto 7-17

Tabla Nº 8 1 Plan de Seguimiento Etapa de Construcción 8-2
Tabla Nº 8 2 Plan de Seguimiento Etapa de Operación y Cierre 8-6
Tabla Nº 8 3 Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua y Limnología 8-11
Tabla Nº 8 4 Estaciones de muestreo de calidad de agua y biota acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre 2009 8-12

Tabla Nº 9 1 Actividades previas realizadas en la comunidad 9-2
Tabla Nº 9 2 Calendarización Talleres Participación Ciudadana Temprana 9-4

Tabla Nº 10 1 Resumen PRDU y Proyecto 10-3
Tabla Nº 10 2 Catastro de Atractivos Turístico Comunales que tienen Relación con el Proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2 10-9

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 1 Localización del Área de Concesión "Puchuldiza Sur 2" 1-2

Figura Nº 2 1 Sitios de Perforación y Obras Propuestas del Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 (Fuente: GGE) 2-3
Figura Nº 2 2 Vías de Acceso al Área de Proyecto 2-7
Figura Nº 2 3 Localización del Campamento 2-9
Figura Nº 2 4 Disposición General Campamento e Instalación de Faenas 2-12
Figura Nº 2 5 Disposición de Baños y Comedor 2-13
Figura Nº 2 6 Disposición Dormitorios 2-14
Figura Nº 2 7 Distribución de Sectores Viales a Mejorar o Construir 2-16
Figura Nº 2 8 Localización de Obras de cruce de Estero Puchuldiza y Quebrada 2-17
Figura Nº 2 9 Esquema de Plataforma de Pozos de Exploración 2-20
Figura Nº 2 10 Ejemplos de Torres de Perforación de Pozos Profundos 2-22
Figura Nº 2 11 Detalle de Mesa Rotatoria y Sarta de Perforación (Kelly) 2-22
Figura Nº 2 12 Esquema Sistema de Perforación y Circuito de Lodos 2-23
Figura Nº 2 13 Estanque Móvil de Combustible de 1000 l 2-24
Figura Nº 2 14 Ejemplo de BOP desinstalado (izquierda) e instalado (derecha) 2-28

Figura Nº 5 1 Localización del Área de Concesión "Puchuldiza Sur" 5-11
Figura Nº 5 2 Climograma Estación Murmuntane 5-13

Figura Nº 5 3 Ciclos diarios de presión atmosférica a nivel de superficie en la localidad chilena de Colpitas..... 5-15
Figura Nº 5 4 Radiación infraroja emergente: a) Junio-Julio-Agosto, b) Diciembre-Enero-Febrero. 5-16
Figura Nº 5 5 Ciclos anuales de Tº extremas diarias (Máx. y mín.) y amplitud del ciclo diario de Tº del aire 5-17
Figura Nº 5 6 Localización de estaciones pluviométricas (o) y aerológicas (●). 5-19
Figura Nº 5 7 Precipitación diaria en la estación de Visviri, Putre, Guallatire, Chilacaya. 5-20
Figura Nº 5 8 Total de precipitación media anual promediada para diciembre a marzo entre los años 1979 a 1993 5-21
Figura Nº 5 9 Estaciones de muestreo Ruido Basal 5-24
Figura Nº 5 10 Principales rasgos fisiográficos de Campo Geotérmico Puchuldiza 5-32
Figura Nº 5 11 Principales rasgos fisiográficos en la cuenca del río Puchuldiza 5-33
Figura Nº 5 12 Principales estructuras reconocidas asociadas al área geotermal de Puchuldiza. 5-47
Figura Nº 5 13 Diagrama géiser de cono 5-49
Figura Nº 5 14 Corte de géiser de fuente 5-50
Figura Nº 5 15 Mapa de la Zona Volcánica Central, con ubicación de centros volcánicos mejor conocidos..... 5-52
Figura Nº 5 16 Cauce Quebrada de Aroma y su afluente Estero Puchuldiza 5-70
Figura Nº 5 17 Ubicación Cauces Quebrada de Aromo y su Afluente Estero Puchuldiza 5-71
Figura Nº 5 18 Delimitación Cuenca Aportante-Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá 5-72
Figura Nº 5 19 Cauces Principales y Delimitación de Subcuencas Aportantes (Base Cartografía IGM 1:50.000)... 5-73
Figura Nº 5 20 Ubicación Estaciones 5-74
Figura Nº 5 21 Detalle Ubicación de Quebrada de Aroma y Estero Puchuldiza 5-75
Figura Nº 5 22 de Cuencas y Variación Espacial de Precipitaciones Máximas 5-79
Figura Nº 5 23 Diagrama de Piper aguas termales de Tuja, Puchuldiza y Pozos de exploración 5-88
Figura Nº 5 24 Toponimia y Ubicación muestras SERNAGEOMIN 5-90
Figura Nº 5 25 Diagrama de Piper según tipo de las aguas 5-93
Figura Nº 5 26 Diagramas de Piper según temperatura y conductividad 5-94
Figura Nº 5 27 Ubicación y Clasificación de aguas superficiales monitoreadas 5-97
Figura Nº 5 28 Diagrama de Piper, muestra especialistas del EIA 5-99
Figura Nº 5 29 Ejemplo de distribución de focos sísmicos en la latitud del proyecto 5-107
Figura Nº 5 30 Ubicación del área de Influencia de la componente Flora y Vegetación 5-111
Figura Nº 5 31 Cartografía de Ocupación Territorial 5-117
Figura Nº 5 32 Número de especies de fauna en los distintos ambientes del área de proyecto (Diciembre 2009). 5-126
Figura Nº 5 33 Abundancia de fauna por ambiente (Diciembre 2009) 5-127
Figura Nº 5 34 Vertebrados en categorías de conservación, en los distintos ambientes del AIP 5-128
Figura Nº 5 35 Ubicación de las estaciones de muestreo (E1-E6)y de vertientes secas prospectadas (Va-VE). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Estero Puchuldiza. Dic. 2009 5-132
Figura Nº 5 36 Distritos Censales de la I Región 5-164
Figura Nº 5 37 Área de Estudio: Comunas y Distritos Censales 5-165
Figura Nº 5 38 Área de Estudio: Población Censo 2002 según distritos 5-166
Figura Nº 5 39 Tipo de Asentamiento en Área de Estudio 5-168
Figura Nº 5 40 % de Población por Tipo de Asentamiento 5-168
Figura Nº 5 41 Distribución de Entidades Según Tipo por Distrito 5-169
Figura Nº 5 42 Entidades Según Población y Distritos 5-171
Figura Nº 5 43 Localidades con más de 50 Habitantes 5-172
Figura Nº 5 44 Composición % de la Condición Ocupacional de las Viviendas 5-173
Figura Nº 5 45 Composición de Población Según Pertenencia Étnica 5-174
Figura Nº 5 46 Composición por Sexo, Población Localidades de 50 y Más Residentes 5-177
Figura Nº 5 47 Estructura de Población año 2002, Área de Estudio 5-178
Figura Nº 5 48 Estructura de Población Año 1992, Área de Estudio 5-179
Figura Nº 5 49 Inmigrantes Área de Estudios, Según Región de Origen 5-181
Figura Nº 5 50 Inmigrantes Área de Estudios, Según País de Origen 5-181
Figura Nº 5 51 Analfabetismo en Hombres y Mujeres de 15 y Más Años en Localidades de 50 y Más Habitantes. 5-184
Figura Nº 5 52 Último Nivel de Enseñanza Aprobado, Residentes Área de Estudios 5-185
Figura Nº 5 53 Último Nivel de Instrucción Aprobado Según Sexo, Residentes Área de Estudios 5-186
Figura Nº 5 54 Comuna de Colchane, Estructura Esperada de Población Año 2020 5-190

Figura Nº 5 55 Comuna De Colchane, Indicadores Demográficos 2000 - 2020 5-190
Figura Nº 5 56 Ubicación del área de influencia del componente Turismo 5-240
Figura Nº 5 57 Zonificación de actividades 5-244
Figura Nº 5 58 Zonificación de rutas y circuito. 5-245
Figura Nº 5 59 Sendero de Chile en Colchane 5-247
Figura Nº 5 60 Circuito de la Ruta Patrimonial: "Desierto, Valle y Altiplano" 5-249
Figura Nº 5 61 Atractivos Turísticos del AID 5-253
Figura Nº 5 62 Plantas Turísticas en el AID 5-257
Figura Nº 5 63 Procedencia de los turistas que acceden el AID 5-260
Figura Nº 5 64 Procedencia de los turistas nacionales 5-260
Figura Nº 5 65 Procedencia de los turistas extranjeros 5-261
Figura Nº 5 66 Procedencia de los turistas extranjeros por país 5-261
Figura Nº 5 67 Mercados objetivos a atraer por los operadores 5-262
Figura Nº 5 68 Esquema del Sistema Turístico 5-265
Figura Nº 5 69 Área de Influencia del componente Paisaje 5-268
Figura Nº 5 70 Puntos de observación 5-269
Figura Nº 5 71 Vistas posibles de obtener desde los puntos de observación 5-269

Figura Nº 6 1 Esquema de Resultados Q50% - Subcuencas Estero Puchuldiza 6-28

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto Nº 5 1 Punto A. Sector de Lupe 5-25
Foto Nº 5 2 Punto B. Terma Natural y Piscina de baño 5-26
Foto Nº 5 3 Punto C. Geiser Artificial Puchuldiza 5-27
Foto Nº 5 4 Punto D. Localidad Puchuldiza 5-28
Foto Nº 5 5 Afloramiento de la Formación Churicollo, con capas manteando al este (vista al Sur) 5-34
Foto Nº 5 6 Tobas de la Formación Utayane 5-35
Foto Nº 5 7 Tobas de la Formación Utayane- Afloramientos de la Formación Churicollo 5-35
Foto Nº 5 8 Afloramiento de la Formación Puchuldiza 5-36
Foto Nº 5 9 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe 5-37
Foto Nº 5 10 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe 5-38
Foto Nº 5 11 Rocas volcánicas de la parte superior de la Formación Lupe 5-38
Foto Nº 5 12 Colada de lavas de los depósitos volcánicos plio-pleistocenos 5-39
Foto Nº 5 13 Depósitos de morrenas superior del estero Puchuldiza 5-39
Foto Nº 5 14 Corte en el camino, depósitos de morrenas en la parte superior del estero Puchuldiza 5-40
Foto Nº 5 15 Depósitos de morrenas en la vertiente occidental de la quebrada Chiguanani 5-40
Foto Nº 5 16 Depósitos fluvioglaciares en la parte superior del estero Puchuldiza 5-41
Foto Nº 5 17 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales 5-42
Foto Nº 5 18 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales 5-42
Foto Nº 5 19 Zona de alteración hidrotermal en la ribera norte del estero Puchuldiza, afectando a rocas de la Formación Puchuldiza (mirando al Sur) 5-43
Foto Nº 5 20 Afloramiento de pebble-dike en zona de alteración hidrotermal 5-43
Foto Nº 5 21 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al sur) 5-44
Foto Nº 5 22 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al oeste) 5-44
Foto Nº 5 23 Capas subhorizontales del sínter 5-45
Foto Nº 5 24 Detalle de material silíceo coloidal en los depósitos de sínter 5-45
Foto Nº 5 25 Géiser de cono extinto en Puchuldiza 5-50
Foto Nº 5 26 Géiser de fuente en Puchuldiza 5-51
Foto Nº 5 27 Ribera Sur Estero Puchuldiza 5-56
Foto Nº 5 28 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Detalle de horizontes supriores) 5-58

Foto Nº 5 29 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Vista general calicata) 5-58
Foto Nº 5 30 Calicata Previamente Construida en Zona de Depósito de Sínter 5-60
Foto Nº 5 31 Exterior Límite Noroeste, fondo de quebrada 5-62
Foto Nº 5 32 Exterior Límite Noreste, vistas del fondo de quebrada, detalle de Tolar 5-62
Foto Nº 5 33 Exterior Límite Noreste, detalle perfil de suelo 5-63
Foto Nº 5 34 Límite Norte Zona en Estudio, vista excavación calicata – detalle perfil de suelos calicata 5-63
Foto Nº 5 35 Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata 5-64
Foto Nº 5 36 Área central ladera Cerro Puchuldiza, vista excavación y detalle calicata 5-65
Foto Nº 5 37 Área Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata 5-66
Foto Nº 5 38 Vista General de áreas de bofedales 5-68
Foto Nº 5 39 Vista General de áreas de bofedales 5-68
Foto Nº 5 40 Flujo aluvional en Quebrada Andacollo 5-101
Foto Nº 5 41 Desarrollo de bofedal en el sector medio-distal de cono aluvional inactivo con pendiente hacia Estero Puchuldiza 5-102
Foto Nº 5 42 Sector NE del área. Depósito aluvional de la Quebrada Andacollo frente a Rinconada Lupe 5-102
Foto Nº 5 43 Vista hacia cumbre Cerro Condonini 5-103
Foto Nº 5 44 Sector NE del área 5-103
Foto Nº 5 45Sector de confluencia de la Quebrada Puchuldiza con las Quebradas Lupe y Andacollo 5-104
Foto Nº 5 46 Vista hacia cumbre de ladera (foto anterior) 5-104
Foto Nº 5 47 Ladera sur Cº Puchuldiza 5-105
Foto Nº 5 48 Vista hacia sinter Puchuldiza desde ladera SE del Cº Puchuldiza 5-105
Foto Nº 5 49 Reptación de suelos en delgada cubierta de detritos en laderas 5-106
Foto Nº 5 50 Sectores desprovistos de vegetación asociados a reptación de laderas y/o flujo de detritos 5-106
Foto Nº 5 51 Medición de pH - Medición de conductividad específica 5-137
Foto Nº 5 52 Vista de un tramo promedio 5-137
Foto Nº 5 53 Toma de muestra de fauna bentónica con red Surber 5-138
Foto Nº 5 54 Vista panorámica de la estación E1, vertiente afluente al estero Puchuldiza 5-139
Foto Nº 5 55 Detalle del sustrato 5-139
Foto Nº 5 56 Estación de muestreo E2 en el Estero Puchuldiza (cercano al sector de Geiser) 5-140
Foto Nº 5 57 Vistas de la vertiente afluente al estero Puchuldiza 5-141
Foto Nº 5 58 Detalle del sector de ribera del tramo de estudio 5-141
Foto Nº 5 59 Vistas Estación de muestreo E4 5-142
Foto Nº 5 60 Detalle sector ribera de la estación E4 – Presencia de macrófitas en la ribera del estudio 5-142
Foto Nº 5 61 Vista Estación de muestreo E5 5-143
Foto Nº 5 62 Detalle ribera tramo de estudio 5-143
Foto Nº 5 63 Vista Estación de Muestreo E6 5-144
Foto Nº 5 64 Sector Ribera Estación – Detalle de sustrato 5-144
Foto Nº 5 65 Izq.: Jiquiasta, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres. Der.: Quebrada Condoriri, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres 5-145
Foto Nº 5 66 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado en el sector de Géiseres 5-145
Foto Nº 5 67 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres ... 5-145
Foto Nº 5 68 Fauna de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio 5-148
Foto Nº 5 69 Plantas acuáticas (macrófitas) detectadas en el área de estudio 5-154
Foto Nº 5 70 Plantación de quinoa localidad de Enquelga 5-194
Foto Nº 5 71 Ganado en bofedal comuna Colchane 5-195
Foto Nº 5 72 Localidad de Ancuaque: el Área de Influencia representa un territorio de variado interés más allá De lo local…….. 5-196
Foto Nº 5 73 "Charqueras"; puesto de comercio informal en las afueras de Colchane 5-197
Foto Nº 5 74 Feria Quincenal en Pisiga Bolivar, Bolivia 5-198
Foto Nº 5 75 Secado de adobe en la localidad de Cotasaya 5-203
Foto Nº 5 76 Techumbres de las viviendas 5-204
Foto Nº 5 77 Viviendas localidad de Cotasaya Comuna Colchane 5-204
Foto Nº 5 78 Oficina Comité de Agua Potable Rural de Colchane 5-206
Foto Nº 5 79 Fuente de acumulación de agua en la plaza pública, Pisiga Centro 5-207

Foto Nº 5 80 Generador abastecedor de electricidad en la comuna de Colchane 5-208
Foto Nº 5 81 Instalación de faenas en Central Citani, comuna de Colchane 5-209
Foto Nº 5 82 En la localidad de Pisiga Centro, uso de paneles solares, cuya provisión de energía se distribuye desde la plaza 5-210
Foto Nº 5 83 Paneles solares en la localidad de Ancuyo, comuna de Colchane 5-211
Foto Nº 5 84 Sistema de almacenamiento de la basura, Pisiga Carpa comuna de Colchane 5-212
Foto Nº 5 85 Señaléticas seguridad escolar localidad de Mauque, comuna de Colchane 5-214
Foto Nº 5 86 Alumnos de la Escuela de Enquelga 5-215
Foto Nº 5 87 Infraestructura localidad de Cariquima, comuna de Colchane 5-218
Foto Nº 5 88 Escuela Básica Mauque 5-218
Foto Nº 5 89 Posta Rural localidad Colchane 5-219
Foto Nº 5 90 Pista aterrizaje localidad de Cariquima 5-219
Foto Nº 5 91 Iglesia Católica localidad de Enquelga 5-220
Foto Nº 5 92 Herbolaria medicinal tradicional 5-223
Foto Nº 5 93 Ceremonia Carnaval de Isluga 5-224
Foto Nº 5 94 Carpa alférez, Carnaval de Isluga 5-225
Foto Nº 5 95 Encuentro Comunidad Evangélica en Enquelga, comuna de Colchane 5-225
Foto Nº 5 96 Ruta A55 animita de data reciente; respeta ofrendas de bebida 5-226
Foto Nº 5 97 Ruta A55 una antigua animita sin indicación (reproduce arquitectura y materiales tradicionales de la zona 5-227
Foto Nº 5 98 Estructuras tradicionales típicas, Cariquima comuna de Colchane 5-227
Foto Nº 5 99 Vista desde la entrada del Cementerio de Cariquima comuna de Colchane 5-228
Foto Nº 5 100 Integración social en Alto Hospicio 5-230
Foto Nº 5 101 Zona de pastoreo (verde pálido) y terreno natural; llamas en Zona de pastoreo (bofedal) 5-235
Foto Nº 5 102 Sínter (manifestación hidrotermal); delimitación de manifestación hidrotermal 5-235
Foto Nº 5 103 Burros y suris (avestruz altiplánica) en zona de pastoreo 5-235
Foto Nº 5 104Entidad de Lupe, junto al Estero Puchuldiza 5-236
Foto Nº 5 105 Entidad de Puchuldiza, junto a ruta acceso desde Mauque 5-236
Foto Nº 5 106 Señalética Sendero de Chile 5-248
Foto Nº 5 107 Señalética circuito de la Ruta Patrimonial: "Desierto, Valle y Altiplano" 5-250
Foto Nº 5 108 Iglesia y el Poblado de Isluga 5-251
Foto Nº 5 109 Señalética existente en el acceso Sur al Parque 5-252
Foto Nº 5 110 Vista hacia superficie de suelo de la Unidad – Vista hacia quebrada 5-271
Foto Nº 5 111 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (Cumulopuntia boliviana subsp ingescens) 5-272
Foto Nº 5 112 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (Cumulopuntia boliviana subsp ingescens) 5-273
Foto Nº 5 113 Vista hacia el Géiser artificial 5-274
Foto Nº 5 114 Vista general al suelo y piscina artificial 5-275

Foto Nº 9 1 Taller Comunidad Mauque Puchuldiza 9-6
Foto Nº 9 2 Exposición experto en geotermia 9-8
Foto Nº 9 3 Vecinos compartiendo en el cóctel 9-10
Foto Nº 9 4 Asistentes durante la exposición del experto 9-11
Foto Nº 9 5 Asistentes durante la conversación con la empresa 9-13
Foto Nº 9 6 Exposición representante de GGE 9-15
Foto Nº 9 7 Almuerzo con la comunidad 9-17
Foto Nº 9 8 Exposición del experto en geotermia 9-18
Foto Nº 9 9 Visita a terreno zona concesión 9-21

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

1 CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN 1-1

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO 1-1

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES 1-2

1.3 ESTRATEGIA GENERAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN 1-3

1.4 ACTUALIZACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL GENERAL 1-4

1.5 FORTALEZAS AMBIENTALES – VALOR AMBIENTAL DEL PROYECTO 1-4

1.6 PERMISOS Y DERECHOS NO AMBIENTALES ASOCIADOS 1-5

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1-1 Localización del Área de Concesión “Puchuldiza Sur 2” 1-2

1 CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El Gobierno de Chile ha impulsado la diversificación de la matriz energética del país, otorgando un fuerte impulso al desarrollo de las energías renovables no convencionales, ERNC, dentro de las cuales se inscribe la generación geotérmica[1].

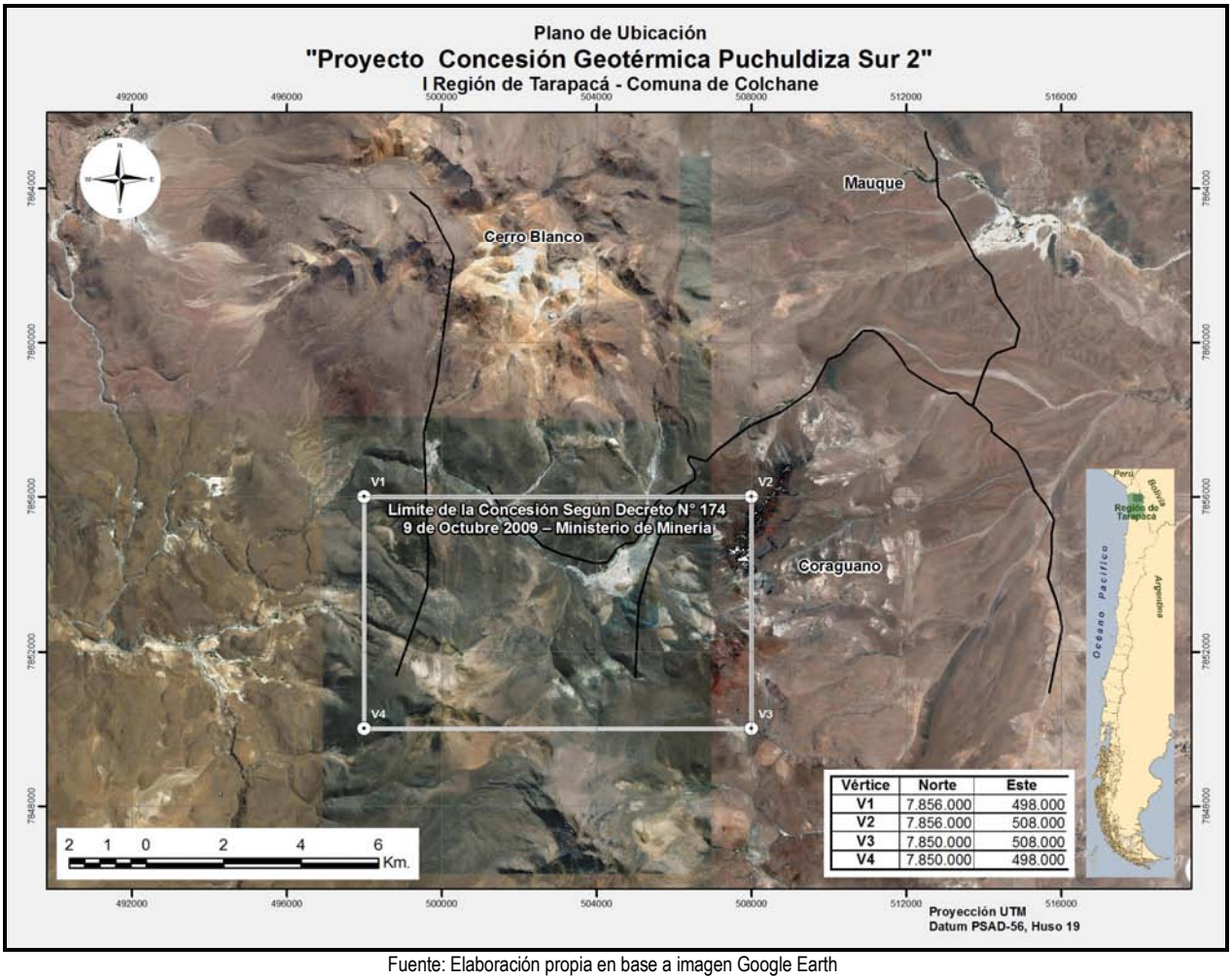
De acuerdo a lo anterior, se ha procedido al perfeccionamiento de la Ley General de Servicios Eléctricos, mediante la inclusión de disposiciones que permitan eliminar barreras comunes que pudiesen afectar la inserción de las ERNC en el mercado eléctrico y acelerar su desarrollo en el país, así también a la implementación de instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión en ERNC, focalizados en la mitigación de las barreras específicas que limitan el desarrollo de cada tipo de ERNC.

Ha sido bajo el marco otorgado por dichas disposiciones que, de acuerdo a la licitación ejecutada en el año 2009 y oficializada mediante Decreto Nº 174 del 9 de octubre del 2009, publicado en el Diario Oficial el 2 de marzo de 2010, el Ministerio de Minería otorgó a la empresa GGE CHILE SPA un área de concesión para la exploración y posterior explotación de recursos geotérmicos en el área denominada “Puchuldiza Sur 2”, ubicada en la I Región de Tarapacá, Provincia del Tamarugal, comuna de Colchane, a 60 Km. al poniente del pueblo de Colchane y a 155 Km. al noreste de la ciudad de Iquique.

El área de concesión “Puchuldiza Sur 2” (o Puchuldiza) posee una superficie aproximada de 6000 Ha y en ella GGE CHILE SPA se encuentra estudiando el potencial recurso geotérmico disponible y para lo cual será necesario ejecutar un conjunto de pozos de exploración, cuya autorización ambiental es materia del presente Estudio de Impacto Ambiental.

[1] Las energías renovables se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana. Entre estas fuentes de energías están: la hidráulica, la solar, la eólica y la de los océanos. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables la energía proveniente de la biomasa y la energía geotérmica.(fuente: CNE)

Figura Nº 1-1 Localización del Área de Concesión "Puchuldiza Sur 2"



Fuente: Elaboración propia en base a imagen Google Earth

1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

El Proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2" es el resultado de un conjunto de estudios de campo en el área de concesión, que incluyen la construcción de un mapa geológico, campañas y estudios de geofísica, geoquímica e hidrología que buscan identificar y localizar los puntos donde se habilitarán los pozos de exploración del proyecto, en vista a un futuro proceso de explotación, si así se concluyera de este proyecto.

El proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 se divide en las siguientes fases:

- **Fase de Construcción**: incluye mejoramiento de las vías de acceso, perforación de pozos de baja profundidad para determinación de gradiente térmico y características hidrológicas de la roca, construcción de vías específicas de acceso y de plataformas y construcción de un máximo de 5 a 6 pozos profundos de exploración de reservorios geotermales.

- **Fase de Operación**: Pruebas de pozos profundos de exploración de reservorios geotermales.

- **Fase de Cierre**: Clausura de la exploración

Respecto de la Fase de Construcción, una vez que se ha identificado la localización de los pozos de baja profundidad, se habilitarán los accesos viales a los sectores en que éstos se construirán. Como principio técnico se tienen que los pozos de baja profundidad serán perforados en zonas adyacentes a caminos y senderos existentes y para ello se utiliza una máquina perforadora montada sobre un camión, lo que minimiza la superficie a intervenir.

Asumiendo que se obtienen resultados positivos de las perforaciones iniciales de gradiente térmico, el proyecto de exploración continúa con la construcción, habilitación, perforación y pruebas de hasta 6 pozos de exploración geotérmica. Estas perforaciones requerirán habilitar nuevos caminos de acceso, así como las plataformas de trabajo mayores.

El primero de los pozos de exploración profunda se destina inicialmente a la obtención de información sobre el reservorio geológico (pozo de estratigrafía), mientras que el segundo pozo será utilizado para comprobar o testear la existencia de entrega comercial de energía geotérmica (pozo de confirmación); se perforará hasta cuatro pozos más para confirmar el recurso geotérmico. Las restantes exploraciones geotécnicas que deberán conducirse a futuro (y no formando parte del presente proyecto) serán requeridas para explorar las condiciones que la superficie del sector tienen para la construcción de una planta de energía y de la línea de transmisión para el transporte de dicha energía.

Si como resultado de la exploración y las pruebas se concluye que el área de concesión Puchuldiza Sur 2 es inadecuado para la producción de energía geotermal, los pozos y sus sitios, caminos de acceso y cualquier otra obra relativa al proyecto se cerrará y sus correspondientes sitios se rehabilitarán. Estas actividades de abandono comprenderán cerrar y sellar adecuadamente los pozos, reperfilar y recubrir de suelo y vegetación las plataformas de los pozos y los caminos nuevos que fueron construidos específicamente para el proyecto.

1.3 ESTRATEGIA GENERAL DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN

La estrategia general del proyecto de exploración busca mejorar los recursos de información mediante la recopilación científica de datos, empleando métodos de nulo o bajo impacto ambiental tras la perforación de hasta 8 sondajes de baja profundidad y de un máximo de 5 o 6 pozos profundos de exploración geotérmica en los seis sitios previamente identificados. Ningún pozo profundo será excavado en áreas de fuentes termales con impacto directamente al superficie o a menos de 500 m del centro turístico centrado en las fuentes termales de agua caliente y el área de géiseres de Puchuldiza.

El trabajo de bajo impacto incluye la perforación de hasta 8 sondajes en sectores aledaños a las rutas o caminos vehiculares existentes, utilizando para ello una torre de perforación montada en un camión y un tanque móvil para lodos. Las ubicaciones de los sondajes se simbolizan por medio de diamantes en el mapa.

Existen seis posibles ubicaciones de pozos profundos (señalados con las letras A a F) los que se observan en la Figura Nº 2 y en los diferentes mapas que se presentan en Anexos. El fundamento o justificación de cada ubicación y su orden de prioridad y se ha establecido según la información geológica actual disponible y refleja el rango de los modelos disponibles para la exploración en la concesión de Puchuldiza Sur 2.

1.4 ACTUALIZACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL GENERAL

El proyecto geotérmico de Puchuldiza Sur 2 está subyacido por una fuente profunda de calor magmático que se ha solidificada a una profundidad de varios kilómetros. El calor que fluye del cuerpo de magma produce una circulación convectiva de agua caliente dentro de la roca fracturada ubicada sobre el magma formando diferentes reservorios de agua caliente a profundidades entre 1000 m y 3000 m, y en los depósitos de sinter a 200 m a 400 m de profundidad lo que produce las fuentes superficiales. Se puede aprovechar el agua caliente en los reservorios profundos para generar energía eléctrica y después devolver el agua enfriada al reservorio profundo. El proyecto propuesto actualmente tiene el objetivo de probar la ubicación del reservorio y la factibilidad económica de la fuente profunda, y proveer la información técnica necesaria para evaluar la factibilidad de instalar una central geotérmica, sin generar impactos mayores a la comunidad y el medio ambiente. El proyecto de construir y operar una central de generar energía eléctrica será presentado en un estudio de impacto ambiental subsecuente.

1.5 FORTALEZAS AMBIENTALES – VALOR AMBIENTAL DEL PROYECTO

El proyecto de exploración es el primer paso en el estudio y confirmación de un reservorio geotermal en el área de concesión Puchuldiza Sur 2, que de ser factible, brindará la oportunidad de desarrollar un recurso energético limpio, favorable para el medio ambiente y renovable, para abastecer la economía del norte de Chile.

A nivel local, el proyecto de exploración propone que los pozos preexistentes, construidos en años anteriores por exploraciones mineras de otras compañías y que afectan la condición natural del área, sean restituidos a su condición natural original, o bien puedan ser reutilizados en este proyecto para luego ser eventualmente rehabilitados. Sin embargo, el proyecto no busca afectar la condición de atractivo turístico que las fuentes termales han adquirido en la zona de Puchuldiza.

Al efecto, el proyecto entregará información detallada sobre la condición natural, y en ciertos casos, la condición ya alterada y variable de los flujos superficiales y las características de fuentes térmicas, lo cual ayudará a respaldar el futuro manejo ambiental del área en cuestión.

Respecto a la ubicación de los equipos de perforación, GGE aplica criterios técnicos y ambientales estrictos. Estos criterios de emplazamiento de los sitios de pozos buscan maximizar el éxito en la búsqueda de recursos geotérmicos, minimizando la alteración de la superficie, así también limitar al máximo la extensión de accesos nuevos requeridos para el proyecto, para lo anterior se han tenido en cuenta los resultados y análisis de las distintas especialidades de Línea de Base, construyendo de esta forma una cartografía de áreas y sitios “de restricción” que permiten así guiar la mejor localización de las actividades de exploración.

Los criterios de selección de sitios de perforación así buscan evitar la alteración de todo recurso superficial, incluidos el agua, la biota y el patrimonio cultural que de acuerdo a la Línea de Base se concentra principalmente a lo largo de los tributarios del río Puchuldiza.

El impacto visual de las obras se minimizará ubicando los sitios de perforación lejos del camino principal de acceso al campo de géiser de Puchuldiza.

Otros impactos visuales que resulten del trabajo de exploración serán mínimos y transitorios, pudiendo ser claramente mitigados por el proyecto, así también se establece que la localización de las perforaciones se limitará a aquellas áreas preferentemente perturbadas situadas en una distancia no mayor a 5 m respecto de caminos y

senderos existentes. Lo anterior permite construir el plano Nº2, que señala las ubicaciones propuestas para las perforaciones.

Para los pozos de exploración profunda, se construirán cuatro a seis plataformas perforadoras de mayor tamaño. Si bien se identificarán seis sitios posibles, sólo se construirán las plataformas necesarias.

Cada uno de estos sitios requerirá mejoras viales a fin de asegurar el acceso seguro de los camiones de mayor envergadura. Las ubicaciones propuestas para las plataformas se presentan también en el plano de perforaciones propuestas y consideran la mejor ubicación desde el punto de vista de los objetivos de la exploración como de la sustentabilidad ambiental de la actividad.

Según se señaló, en caso que los resultados del proyecto de exploración sean favorables, se abre la perspectiva de desarrollar un proyecto de explotación de la energía geotermal, que puede sin duda, ayudar a satisfacer las necesidades energéticas de la región norte de Chile sin incurrir en los efectos ambientales asociados a otras fuentes, como la instalación de centrales a carbón o diesel.

De acuerdo al Departamento de Energía de Estados Unidos, la energía geotermal tiene la ventaja de permitir operar en forma continua, las 24 horas del día, independiente del clima y no afectada por el transporte de combustible o cambios de su costo, y su disponibilidad es más de 95% confiable. Eso permite un suministro de carga base de energía que mejora la estabilidad del sistema eléctrico y permite la combinación con otras fuentes de energía.

Los reservorios geotermales bien administrados han mostrado su capacidad a mantener la generación de energía eléctrica por períodos de más de 100 años. La sustentabilidad de la generación geotérmica reduce la necesidad de proyectos adicionales de tecnologías menos sostenibles.

Una planta geotérmica opera bajo el principio que tanto el abastecimiento de combustible (el recurso geotermal) como la generación de energía se encuentran ubicados dentro de la misma área, con lo cual se elimina los impactos en la superficie y el riesgo de vertidos al medioambiente producto del transporte de combustibles fósiles. El área de impacto está reducida por explotar el recurso geotermal subterráneo, sin involucrar la remoción de roca. A su vez, respecto de otras fuentes de generación, las áreas de intervención son menores y a la vez permiten que gran parte de ellas pueda destinarse o compartirse con otros usos, tales agricultura, turismo, o hábitat natural.

Respecto de las emisiones, el CO_2 de la generación geotérmica constituye una pequeña fracción (alrededor de 1/10), si se comparan con las centrales térmicas de carbón (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), siendo de aproximadamente 114 Kg. por MW hora para las centrales geotérmicas “flash” en comparación a los >994 Kg. por MW hora de las centrales a carbón. El agua o vapor extraído del reservorio geotermal para hacer funcionar la turbina generadora, es devuelta por vía de reinyección al reservorio para formar una circulación continua, sin descargas al medio ambiente.

1.6 PERMISOS Y DERECHOS NO AMBIENTALES ASOCIADOS

Según se señaló, el Ministerio de Minería mediante Decreto Nº174 del 9 de octubre del 2009, publicado en el Diario Oficial el 2 de marzo de 2010 adjudicó y otorgó concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza sur 2, ubicada en la comuna de Colchane, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, a la empresa GGE CHILE SPA., en virtud de la ley n°19.657. (ver anexo 1 A)

De acuerdo a dicho decreto, a GGE le asiste el derecho de realizar en exclusividad actividades en el área de concesión cuyos objetivos son: *Desarrollar un modelo conceptual del sistema geotérmico del área solicitada y*

ejecutar un conjunto de trabajos para determinar las posibilidades y potencialidades de utilización del recurso de energía geotérmica existente dentro del área, de acuerdo con las características físico-químicas de los fluidos geotermales que sean estudiados, principalmente para la generación de energía eléctrica. La empresa concesionaria llevará adelante la evaluación y planificación de pozos exploratorios. (Art. 2 DS 174/2009 M. Minería)

1

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

2 CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2-1

2.1 ANTECEDENTES 2-1
2.1.1 Identificación del Titular y Representante Legal 2-1
2.1.2 Objetivos y Justificación del proyecto 2-1
2.1.3 Localización y Superficie del Proyecto 2-1
2.1.4 Monto Estimado de la Inversión 2-4
2.1.5 Vida Útil del Proyecto 2-4
2.1.6 Fecha Estimada de Inicio de la Ejecución del Proyecto 2-4
2.1.7 Descripción Cronológica del Proyecto 2-4
2.1.8 Mano de Obra Asociada 2-6
2.1.9 Vías de Acceso 2-6

2.2 DEFINICIÓN DE PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO. 2-7

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 2-9
2.3.1 Instalación de Faenas y Campamento 2-9
2.3.2 Habilitación de Caminos y Accesos 2-15
2.3.3 Perforación de Sondajes o Pozos de baja Profundidad 2-18
2.3.4 Construcción de las Plataformas de Perforación de Pozos Profundos Geotérmicos 2-19

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE OPERACIÓN O DE PRUEBA DE POZOS 2-29
2.4.1 Pruebas de Pozos 2-29
2.4.2 Equipos e Insumos para las Pruebas de Pozos 2-30

2.5 FASE DE CIERRE Y/O ABANDONO 2-31
2.5.1 Abandono Provisorio de los Pozos 2-31
2.5.2 Abandono y Cierre Permanente de los Pozos 2-31
2.5.3 Cierre Permanente de Plataformas de Pozos y de Caminos 2-32

2.6 RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE 2-33
2.6.1 Residuos líquidos 2-33
2.6.2 Residuos Sólidos 2-33
2.6.3 Emisiones a la atmósfera 2-34
2.6.4 Emisiones de Ruido 2-37

Índice De Tablas

Tabla Nº 2-1 Área de Concesión Puchuldiza Sur 2 2-2
Tabla Nº 2-2 Mano de Obra Asociada 2-6
Tabla Nº 2-3 Fases y Actividades del Proyecto 2-8
Tabla Nº 2-4 Obras Viales a Ejecutarse 2-16
Tabla Nº 2-5 Ubicación de Sondajes de Exploración 2-18
Tabla Nº 2-6 Localización de Plataformas de Pozos Profundos de Exploración Geotérmica 2-19
Tabla Nº 2-7 Sustancias peligrosas 2-25
Tabla Nº 2-8 Resumen de las Emisiones Atmosféricas Estimadas Para El Proyecto 2-36
Tabla Nº 2-9 Resumen de las Emisiones Asociados a la Construcción y Operación de Plataformas 2-37
Tabla Nº 2-10 Fuentes de ruido y NPSeq Accesos Construcción de Plataformas y Abandono. 2-37
Tabla Nº 2-11 Fuentes de Ruido y NPSeq Actividad de Perforación de Pozos 2-38
Tabla Nº 2-12 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Construcción 2-38
Tabla Nº 2-13 Fuentes de ruido y NPSeq Etapa de Operación Maquinarias 2-38
Tabla Nº 2-14 Fuentes de ruido y NPSeq Actividad de Prueba de Pozos 2-39
Tabla Nº 2-15 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Operación 2-39

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 2-1 Sitios de Perforación y Obras Propuestas del Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 (Fuente: GGE) 2-3
Figura Nº 2-2 Vías de Acceso al Área de Proyecto 2-7
Figura Nº 2-3 Localización del Campamento 2-9
Figura Nº 2-4 Disposición General Campamento e Instalación de Faenas 2-12
Figura Nº 2-5 Disposición de Baños y Comedor 2-13
Figura Nº 2-6 Disposición Dormitorios 2-14
Figura Nº 2-7 Distribución de Sectores Viales a Mejorar o Construir 2-16
Figura Nº 2-8 Localización de Obras de cruce de Estero Puchuldiza y Quebrada 2-17
Figura Nº 2-9 Esquema de Plataforma de Pozos de Exploración 2-20
Figura Nº 2-10 Ejemplos de Torres de Perforación de Pozos Profundos 2-22
Figura Nº 2-11 Detalle de Mesa Rotatoria y Sarta de Perforación (Kelly) 2-22
Figura Nº 2-12 Esquema Sistema de Perforación y Circuito de Lodos 2-23
Figura Nº 2-13 Estanque Móvil de Combustible de 1000 l 2-24
Figura Nº 2-14 Ejemplo de BOP desinstalado (izquierda) e instalado (derecha) 2-28

2 CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

El Proyecto, materia del presente Estudio de Impacto Ambiental se denomina "Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2".

2.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR Y REPRESENTANTE LEGAL

Razón Social:	GGE CHILE SpA
RUT:	76.033715-3
Domicilio:	Calle Carmencita 25, oficina 52, Las Condes, Santiago
Representante Legal:	Rüdiger Trenkle
RUT:	21.153.472-6
Domicilio:	Calle Carmencita 25, oficina 52, Las Condes, Santiago
Teléfono:	(56-2) 656 4700
Fax:	(56-2) 656 4700
Correo electrónico:	rüdiger.trenkle@geoglobal-energy.com

Los antecedentes legales que acreditan a GGE CHILE SpA así como la designación y facultades de su representante legal, se adjunta al ejemplar original del EIA.

2.1.2 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

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, identificada por el Titular como el área más promisoria durante los estudios de campo iniciales.

El proyecto así pretende explorar y confirmar el reservorio geotermal comercial de Puchuldiza Sur 2 y demostrar la factibilidad técnica y comercial de generar energía eléctrica a partir de un recurso probadamente sustentable, que permite a la vez promover el uso de energía renovable en el norte de Chile, lo que está plenamente en concordancia con la política nacional chilena que busca incorporar en la matriz de generación una cada vez mayor participación de las energías renovables no convencionales (ERNC), entre las cuales se encuentra la geotermia .

2.1.3 LOCALIZACIÓN Y SUPERFICIE DEL PROYECTO

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 emplazan las obras pertenecen a comunidades centradas en la localidad de Mauque, siendo parte del área otorgada en concesión por el Ministerio de Minería a GGE CHILE SpA. y que se indica en la tabla siguiente.

Tabla Nº 2-1 Área de Concesión Puchuldiza Sur 2

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

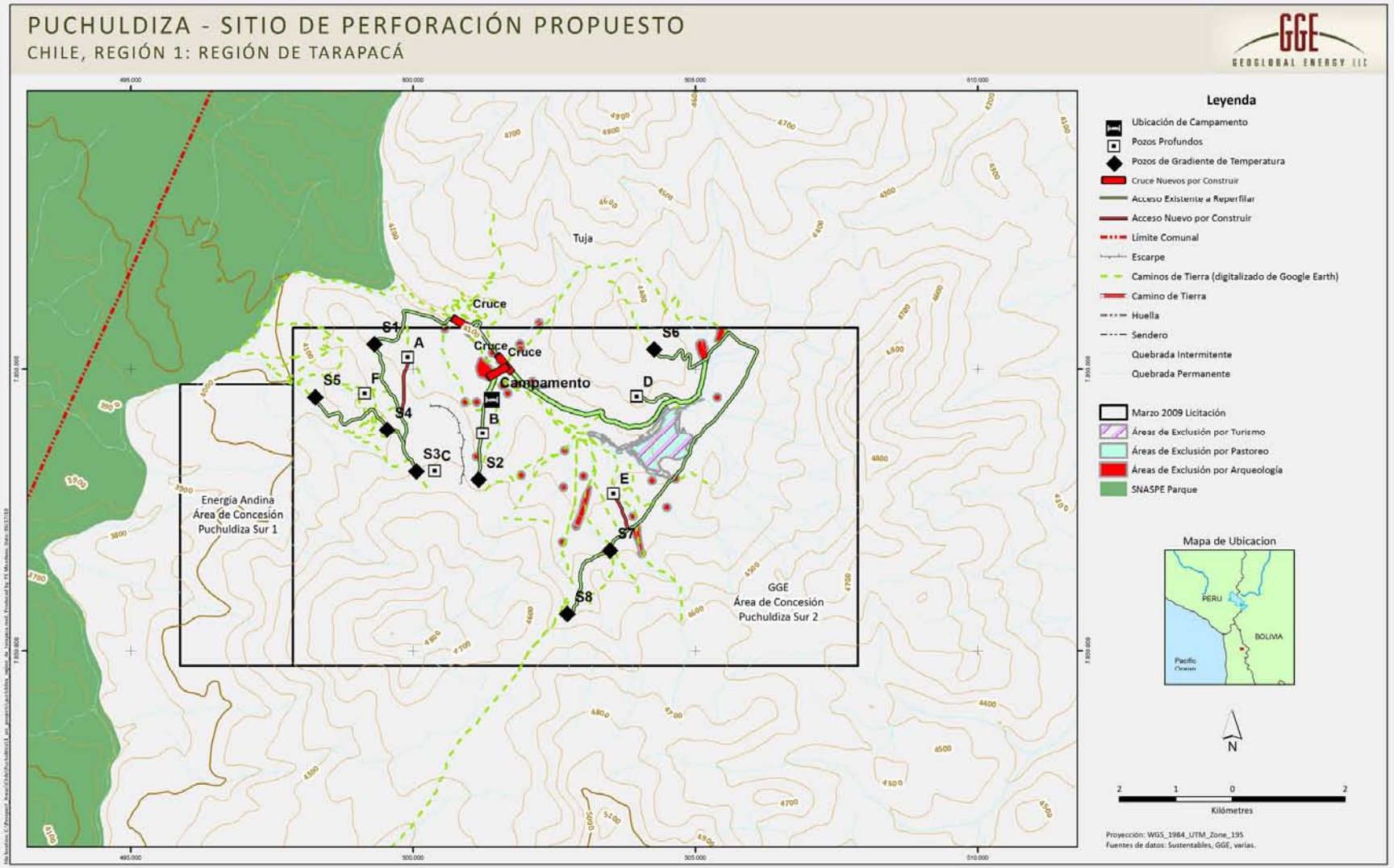
Datum WGS 84, zona 19
Fuente: GGE, Decreto Nº174/ 2009 Ministerio de Minería.

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. Son por tanto obras que serán ejecutadas en forma puntual dentro del área de concesión, en sectores determinados por sus mejores condiciones técnicas y ambientales.

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 solo 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.

De acuerdo con la ubicación del área de exploración que se observa en la Figura Nº 2-1, GGE Chile SpA tiene planificado levantar un campamento provisorio en el área de concesión, en el sector de Lupe, en un sitio cercano a las labores principales y acordado con la Comunidad de Mauque Puchuldiza y 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.

Figura Nº 2-1 Sitios de Perforación y Obras Propuestas del Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 (Fuente: GGE)



2.1.4 MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN

El proyecto de exploración es financiado con fondos propios del Titular e inversionista principal GGE Chile SpA, donde el retorno esperado proviene del desarrollo y explotación del recurso geotérmico demostrado y que será incorporado en el mercado eléctrico local. De tal forma el costo de inversión de este proyecto alcanza a US$ 20,000.000 a 35,000,000 (millones de dólares americanos), de los cuales más del 80% se invierte en las actividades de perforación y pruebas y el saldo corresponde a estudios profesionales de soporte.

2.1.5 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Las perforaciones y pruebas con sus correspondientes trabajos previos y cierre de actividades se extenderán por un periodo probable de 16 a 18 meses y un máximo estimado de 24 meses.

2.1.6 FECHA ESTIMADA DE INICIO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Una vez obtenidas las autorizaciones y permisos correspondientes, se estima que el proyecto se iniciará en julio de 2011.

2.1.7 DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA DEL PROYECTO

En la figura de página siguiente se entrega el cronograma previsto del proyecto de exploración con indicación de sus actividades relevantes.

Debe considerarse que la habilitación de accesos, perforaciones y pruebas se desarrollan en forma secuencial, de forma tal que la intervención sea mínima entre cada sitio de perforación y prueba.

Tabla 2-1 Cronograma del Proyecto

	MESES																						
ACTIVIDADES	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**
FASE CONSTRUCCIÓN																							
Preparación de accesos																							
Construcción campamento e instalación faenas																							
Habilitación fuentes de agua para perforaciones																							
Perforación sondajes (8)																							
Construcción plataformas de pozos																							
Perforación pozos profundos																							
FASE OPERACIONES																							
Pruebas en pozos profundos																							
FASE DE CIERRE																							
Cierre y rehabilitación caminos y plataformas																							
Cierre y rehabilitación campamento e instalación faenas.																							
Limpieza general del área																							

2.1.8 MANO DE OBRA ASOCIADA

Los trabajadores requeridos para el proyecto son principalmente técnicos y profesionales altamente capacitados en labores de construcción y operación de pozos profundos, sin embargo también se requerirá personal administrativo y de apoyo que podrá ser provisto por la comunidad local. Las personas no especialistas a ser incorporadas al proyecto de exploración tendrían que realizar cursos de inducción y capacitación correspondiente a los trabajos que van a realizar. Dentro de la capacitación se incluirá control de riesgos y accidentes y normas de protección ambiental a observar.

La mayor cantidad de personal de obras se concentra en la fase de construcción y sus respectivas actividades y tareas, donde la perforación de sondajes empleará aproximadamente cinco personas, incluyendo operadores de equipos y mano de obra especializada. La construcción de los caminos y las plataformas de los pozos considera una dotación de 10 personas aproximadamente, principalmente operadores de vehículos y de maquinaria pesada, trabajo manual y administración. El trabajo se organizará bajo un sistema de un turno diario.

Para las tareas de perforación de los pozos de exploración se estima una dotación de aproximadamente 30 personas en su punto de mayor actividad. Estas obras de perforación profunda se establecerán bajo un sistema de dos turnos diarios, conforme a la normativa para este tipo de actividad laboral. Finalmente las labores de cierre y abandono son desarrolladas por un equipo de 10 personas aproximadamente.

La tabla siguiente entrega un detalle de la mano de obra requerida en los distintos frentes de trabajo durante la etapa de construcción y operación (pruebas).

Tabla Nº 2-2 Mano de Obra Asociada

Fase	Tarea	Número de Personas (total)	Número de Turnos
CONSTRUCCIÓN	Instalación campamento e instalación de faenas	10	1
	Habilitación de caminos y accesos y plataformas de perforación	10	1
	Perforación Sondajes (8)	5	1
	Construcción de las Plataformas de Perforación Geotérmica (máximo 5 a 6) y perforación de Pozos	30	2
OPERACIÓN	Pruebas de pozos	10	2
CIERRE Y/O ABANDONO	Cierre Campamento e Instalación de faenas Cierre de Plataformas	10	1

Fuente: GGE.

2.1.9 VÍAS DE ACCESO

Según se observa en la figura siguiente, las principales vías a utilizar por el proyecto corresponden a las rutas A-487 y A-485 (indicada también como A-489), ambas rutas sin pavimentar y en buen estado de conservación. la ruta A 487 se origina en el camino internacional CH15, aproximadamente 33 Km. antes del pueblo de Colchane y tiene una distancia aproximada de 12 Km. La Ruta A 485 por su parte tiene 13 Km. de distancia entre la bifurcación a Mauque y el ingreso a Puchuldiza.

Si bien el mayor movimiento de vehículos y maquinarias se concentrará al interior del área de trabajo, el transporte de equipos e insumos se realizará desde la ciudad de Iquique por el camino CH 15 en dirección a Colchane, en una distancia aproximada de 183 Km. desde la ciudad Capital hasta la bifurcación a Mauque por el camino A-487.

Figura Nº 2-2 Vías de Acceso al Área de Proyecto



Fuente: Plano Caminos I Región, MOP.

2.2 DEFINICIÓN DE PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS DEL PROYECTO.

El Proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 contempla obras y acciones destinadas a realizar un conjunto de perforaciones, que 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.

De tal forma, para el desarrollo del proyecto se requerirá efectuar las acciones y obras indicadas en la siguiente tabla:

Tabla Nº 2-3 Fases y Actividades del Proyecto

Fase	Actividades Generales	Actividades Específicas
CONSTRUCCIÓN	Previas	Contratación y Capacitación mano de obra local
	Instalación de faenas y campamento	Despeje de terreno y levantamiento de cercos
		Construcción de estructuras de campamento
		Habilitación circulaciones internas
		Habilitación redes de servicios y sistema de generación y suministro de energía
	Habilitación de caminos y accesos	Perfilamiento de huellas
		Rellenos y compactación
		Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3)
	Vehículos y Maquinaria	Circulación y Operación de maquinaria
		Circulación y Operación de camiones y vehículos menores
	Perforación Pozos de Baja Profundidad (8)	Despeje de sector de perforación
		Montaje de equipo
		Perforación y habilitación sondajes
	Construcción de Plataformas de Perforación Geotérmica (5-6 máximo) y Perforación de Pozos	Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha)
		Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno
		Construcción cámara y montaje de válvulas
		Montaje de equipos y estructuras superiores
		Habilitación Fuentes de agua (captaciones)
		Habilitación estanques de lodos
		Habilitación estanques de combustibles
		Habilitación sistema de generación y suministro de energía
		Perforación de pozos
		Manejo y Disposición de lodos de perforación
	Manejo de Residuos	Manejo de Residuos sólidos de construcción
		Manejo de residuos sólidos domésticos de construcción
		Manejo de Aguas servidas de campamentos e instalación de faenas
OPERACIÓN	Pruebas de Pozos	Perfiles en pozos de baja profundidad
		Prueba de pozos geotérmicos
CIERRE Y/O ABANDONO	Cierre Campamento e Instalación de faenas	Desmontaje y desmantelamiento de campamento e instalación de faena
	Cierre de Plataformas	Cierre y Limpieza de plataformas
		Rehabilitación de superficies de plataformas de perforación geotérmica
		Disposición final de residuos sólidos y líquidos

Fuente: GGE.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

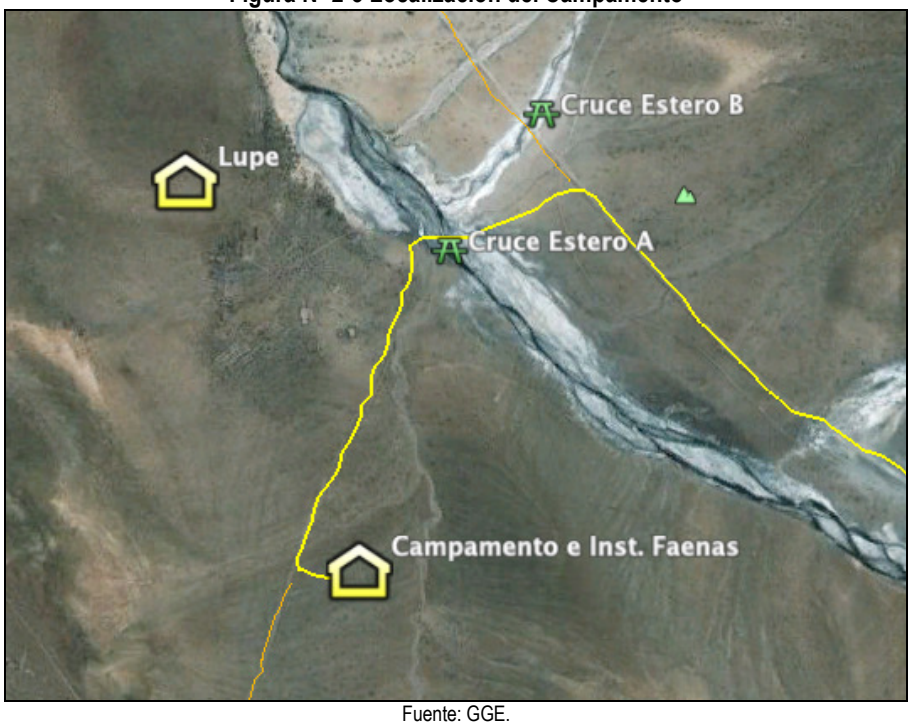
Las actividades de la Fase de Construcción son desarrolladas directamente por GGE Chile SpA, o bien ejecutadas por un tercero, un contratista especializado con probada experiencia en procesos de exploración y perforación. Al efecto GGE Chile SpA es responsable de todas las tareas asignadas a subcontratistas especializados, para lo cual, además de la supervisión directa de cualquier actividad y obra, incorporará en sus contratos sus propios planes y políticas de prevención de riesgos y de accidentes y todas las medidas de mitigación y de prevención de riesgos surgidas del Estudio de Impacto Ambiental y aquellas señaladas en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del proyecto.

2.3.1 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 ahí el transporte más eficiente a las áreas de perforación, optimizando el tráfico necesario de vehículos y maquinarias en el área de Puchuldiza.

El campamento por su parte, será construido en un extremo del área habilitada para ambas actividades y destinado para hospedar al personal de terreno y al personal administrativo y de supervisión de los trabajos de perforación y profesionales y técnicos de visita corta. Tendrá un diseño para acoger a un máximo de 30 personas y contará con dependencias para alojamiento, cocina, comedor y baños. Estas facilidades se instalarán aproximadamente a 600 m al SE 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.

Figura Nº 2-3 Localización del Campamento



Fuente: GGE.

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 dónde se ubica la máquina de perforación, reduciendo aún más 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, e 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 con una superficie suficiente para maniobras con seguridad. Este espacio a la vez que estará nivelado, contará con una micronivelación para direccionar aguas lluvias y será cubierto con un material granular que actúe como matapolvo.

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

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

Apartado de la instalación de faenas y convenientemente cercado y protegido se instalará la bodega de sustancias peligrosas. Esta instalación tendrá un acceso propio desde la vía principal, de tal forma de evitar que se efectúe tránsito por áreas de circulación de personal de faenas.

2.3.1.1 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/, cuya agua de desecho será retirada por una empresa debidamente autorizada por la autoridad de salud. Asimismo, un proveedor autorizado por Minsal 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 uso higiénico (3 m3 / día) será entregado por camiones cisterna 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 y en adecuadas condiciones higiénicas, de conformidad con los Artículos 13, 14 y 15 del D.S. No 594/1999 MINSAL.

Se habilitarán al menos dos baños o más, 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, Se instalará una planta modular o compacta de tratamiento de aguas servidas para el campamento. Se usará el agua residual tratada para el riego de caminos y supresión de polvo, previa la autorización del Servicio de Salud Regional.

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

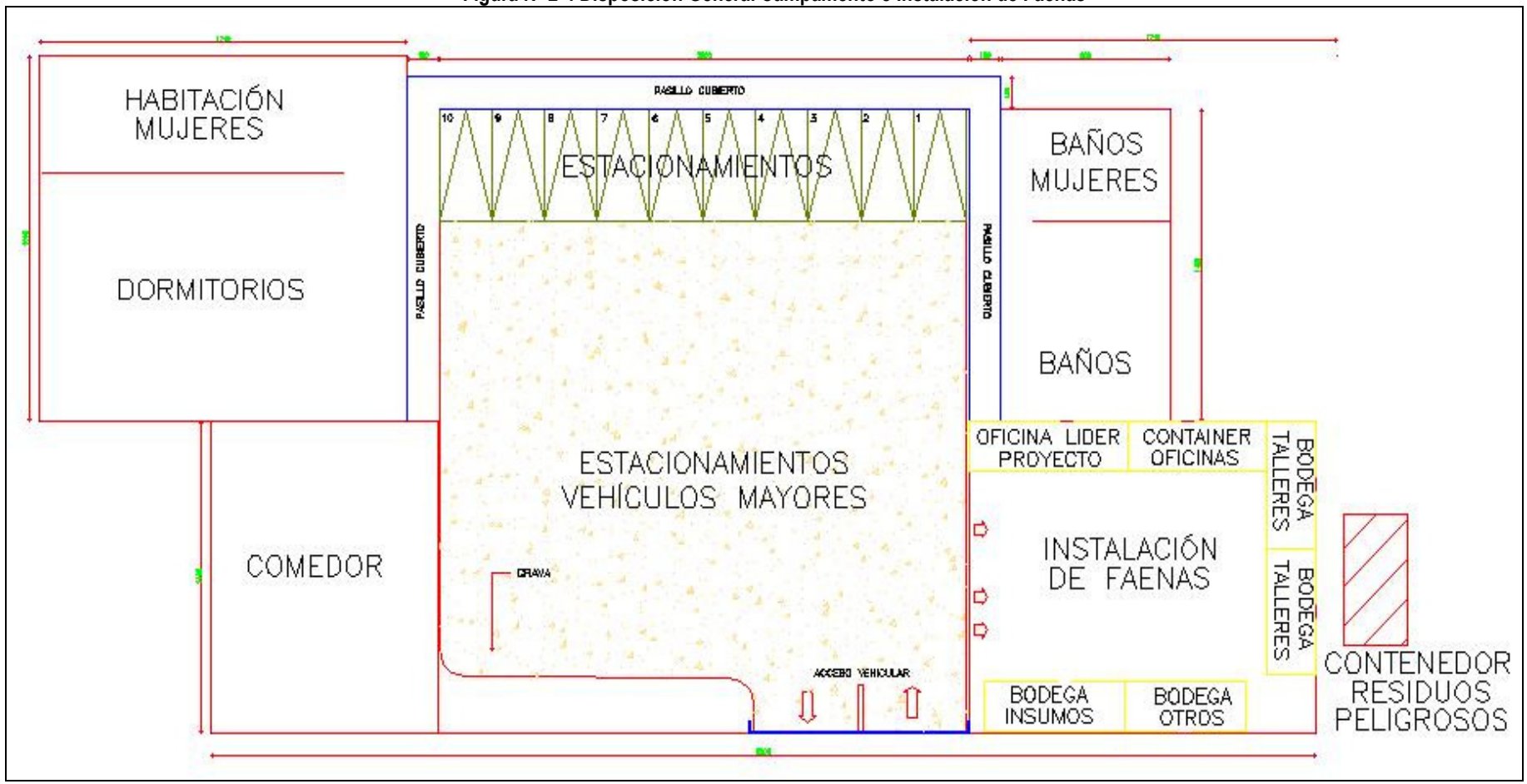
Las comidas serán provistas por un contratista debidamente autorizado, en porciones adecuadas que permitan soportar un trabajo pesado en condiciones de gran altura. Se dispondrá un comedor totalmente separado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación, debidamente equipado con mesas, 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.

Se dispondrán extintores químicos secos de un contenido mínimo de 10 kilogramos, o un extintor de dióxido de carbono de un contenido mínimo de 5 kilogramos. Además, se instalará señalética de No Fumar en las áreas circundantes. Esta instalación será registrada ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, e irá acompañada de un mapa indicando la ubicación del almacenamiento, su capacidad y distancia de seguridad con otros espacios. Todo esto conforme al D.S. No 379/1986 del Ministerio de Economía.

La disposición del campamento y de la instalación de faenas se presenta en las 3 figuras siguientes.

Figura Nº 2-4 Disposición General Campamento e Instalación de Faenas



Fuente: Sustentable.

Figura Nº 2-5 Disposición de Baños y Comedor

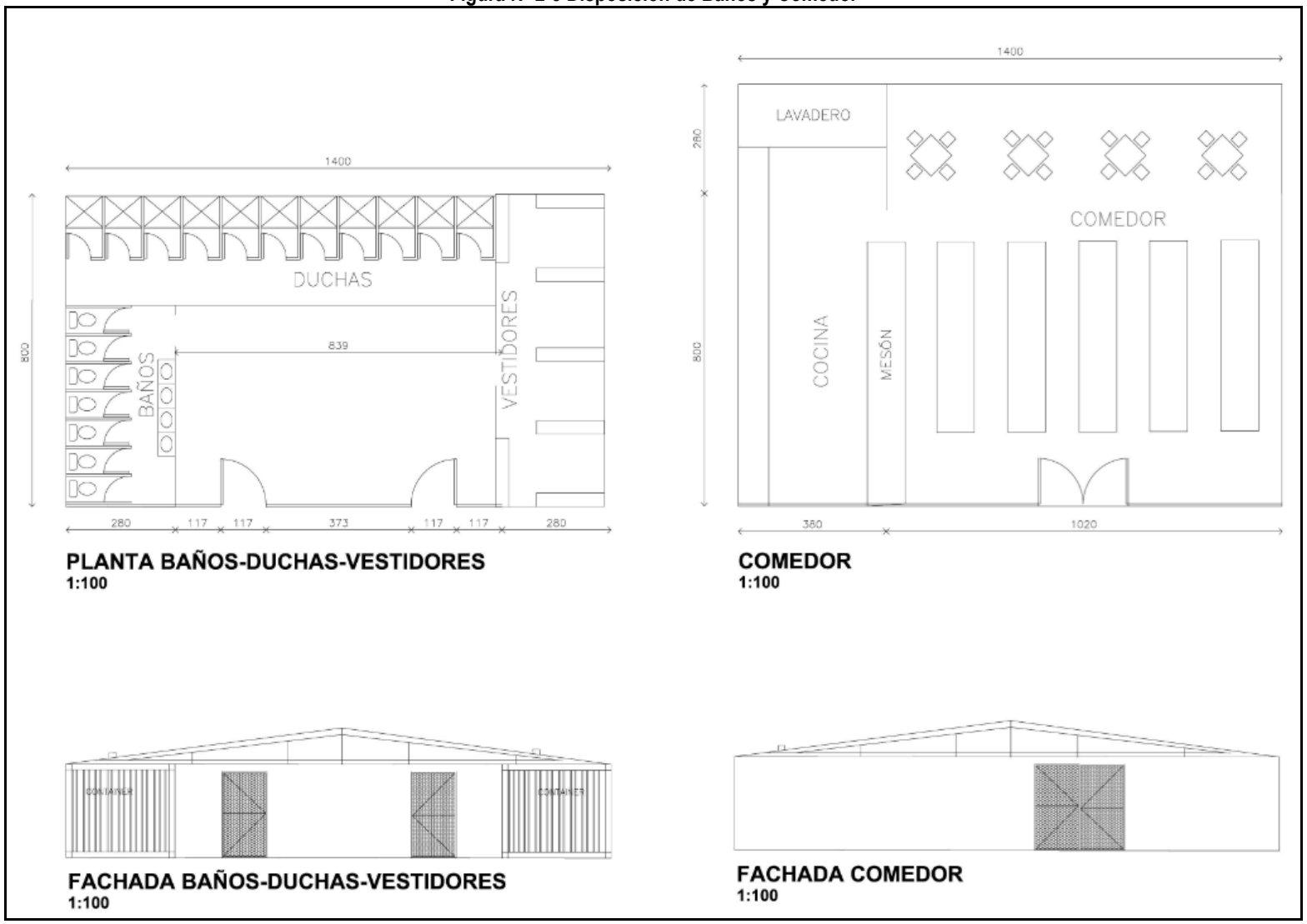
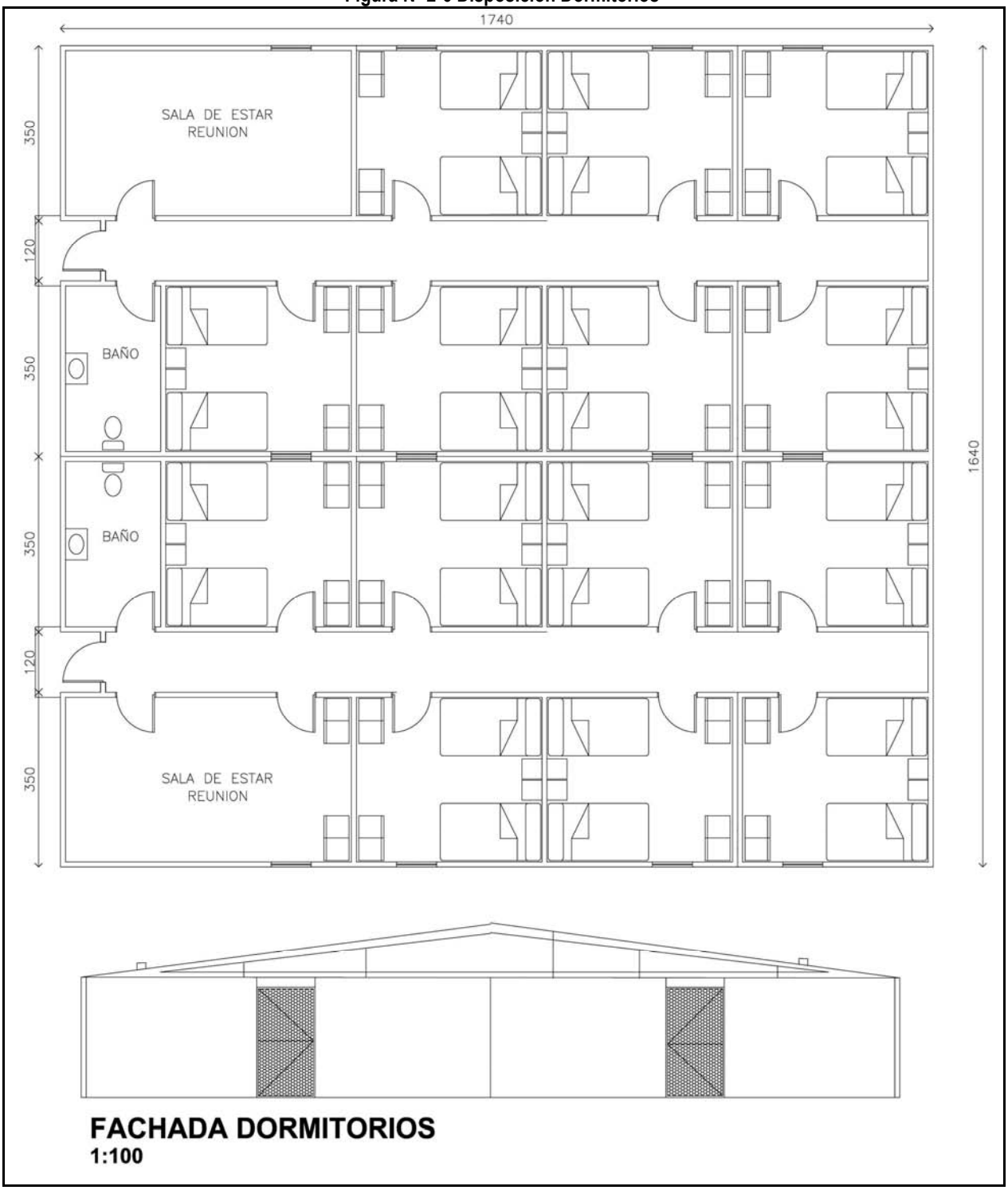


Figura Nº 2-6 Disposición Dormitorios



2.3.1.2 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, con adecuadas condiciones de identificación y demarcación que señalen las medidas de seguridad pertinentes y adecuadas al tipo de desperdicio almacenado. Los materiales de desecho serán retirados por una empresa especializada 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.

2.3.2 HABILITACIÓN DE CAMINOS Y ACCESOS

Los caminos de acceso al sector de Campamento e instalación de faenas y las áreas de Perforación corresponde principalmente a vías existentes, las que se indican en el plano de página siguiente.

El proyecto comprende mejorar las vías y huellas existentes a fin de proveer accesos adecuados a 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 comprenderán:

- 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 exploración minera recientes
- Minimizar los movimientos de tierra, particularmente los cortes en terreno natural
- Evitar absolutamente los sitios con patrimonio cultural y vegetación, especialmente los tributarios del estero Puchuldiza

A partir de los criterios anteriores y según se observa en la tabla y figura siguientes, se tendrá un total aproximado de 26,9 Km. de obras, de cuales 25,1 Km. corresponden a perfilamiento de huellas y vías existentes y solo 1,7 Km. corresponden a la apertura de los nuevos accesos. Es importante señalar que si el programa de exploración resulta exitoso, esto es que solo 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).

Tabla Nº 2-4 Obras Viales a Ejecutarse

Tramo / Sector	Tipo de obra	Longitud (m)
Tramo Sondaje S4 – Sondaje S5	Perfilamiento	1.940
Tramo Sondaje S3 Plataforma A	Acceso Nuevo	1.060
Tramo Sondaje S7 – Plataforma E	Acceso Nuevo	700
Tramo Acceso Principal – Sondaje S7 y S8	Perfilamiento	7.430
Tramo Sondaje S6	Perfilamiento	1.560
Tramo Sondaje S1 – Sondaje S3	Perfilamiento	2.570
Tramo Plataforma D	Perfilamiento	760
Tramo Sondaje S3 – Sondaje S4	Perfilamiento	450
Tramo Sondaje S1	Perfilamiento	3.500
Tramo Plataforma B – Sondaje S2	Perfilamiento	1.520
Acceso Principal Ingreso a Puchuldiza - Lupe	Perfilamiento	5.440
Obras Totales (m)		**26.930**
Total Accesos Nuevos (m)		**1.760**
Total Reperfilamientos (m)		**25.170**

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nº 2-7 Distribución de Sectores Viales a Mejorar o Construir



Fuente: Google Earth y GGE.

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. Se intentará controlar al máximo la ejecución de cortes, desplazando el eje de la plataforma, pero manteniendo las condiciones de seguridad de las curvas horizontales del trazado.

Las obras nuevas requerirán la apertura de la faja en el ancho necesario (5 m), 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.

2.3.2.1 Construcción de Obras de Cruce de Quebrada y estero Puchuldiza

Según se puede apreciar en el emplazamiento de las obras viales del proyecto, será necesario cruzar en dos puntos sobre el estero Puchuldiza y un punto sobre la quebrada SN 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.

Figura Nº 2-8 Localización de Obras de cruce de Estero Puchuldiza y Quebrada



Fuente: Google Earth y GGE.

Los antecedentes de los tres cruces proyectados se presentan en el anexo correspondiente al Permiso Ambiental Sectorial del Artículo 106 del Reglamento del SEIA.

2.3.3 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 objetivo verificar diversas condiciones del área, entre ellas, 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.

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

Tabla Nº 2-5 Ubicación de Sondajes de Exploración

Sondaje Nª	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevación	Habilitación
S1	7855353	499224	4450	Segura
S2	7852935	501068	4305	Segura
S3	7853088	499968	4207	Segura
S4	7853832	499447	4339	Segura
S5	7854411	498179	4312	Segura
S6	7855260	504178	4205	Segura
S7	7851683	503395	4358	Segura
S8	7850559	502637	4053	Segura

Fuente: GGE.

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, sin embargo, dado el tamaño del vehículo de trabajo, estos accesos podrán ser restituidos con toda seguridad.

El método de perforación usual es de aire reversa 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 que se derramen 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 perturbadas 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.

2.3.4 CONSTRUCCIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS GEOTÉRMICOS

Durante la presente evaluación de impacto ambiental se identificaron seis sitios posibles para plataformas de perforaciones profundas, los que se indican en la tabla siguiente, pero de los cuales se proyecta perforar un máximo de 5 a 6 pozos y cuya selección definitiva dependerá de los resultados de la exploración de pozos de baja profundidad y de los estudios en curso.

Tabla Nº 2-6 Localización de Plataformas de Pozos Profundos de Exploración Geotérmica

Pozo Nª	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevación	Habilitación
A	7855118	499825	4124	Segura
B	7853767	501149	4178	Eventual
C	7853095	500301	4314	Eventual
D	7854427	503877	4334	Eventual
E	7852692	503468	4202	Eventual
F	7854530	499000	4198	Eventual

Fuente: GGE.

2.3.4.1 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 convenientemente 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 adecuadamente el agua lluvia e implementar bermas de contención para controlar y capturar posibles fugas. En la figura siguiente se presenta un diseño general de las plataformas, por cuanto el diseño real de las mismas, incluyendo los volúmenes de corte y relleno necesarios, dependerán del emplazamiento detallado en la ubicación general indicada en los planos.

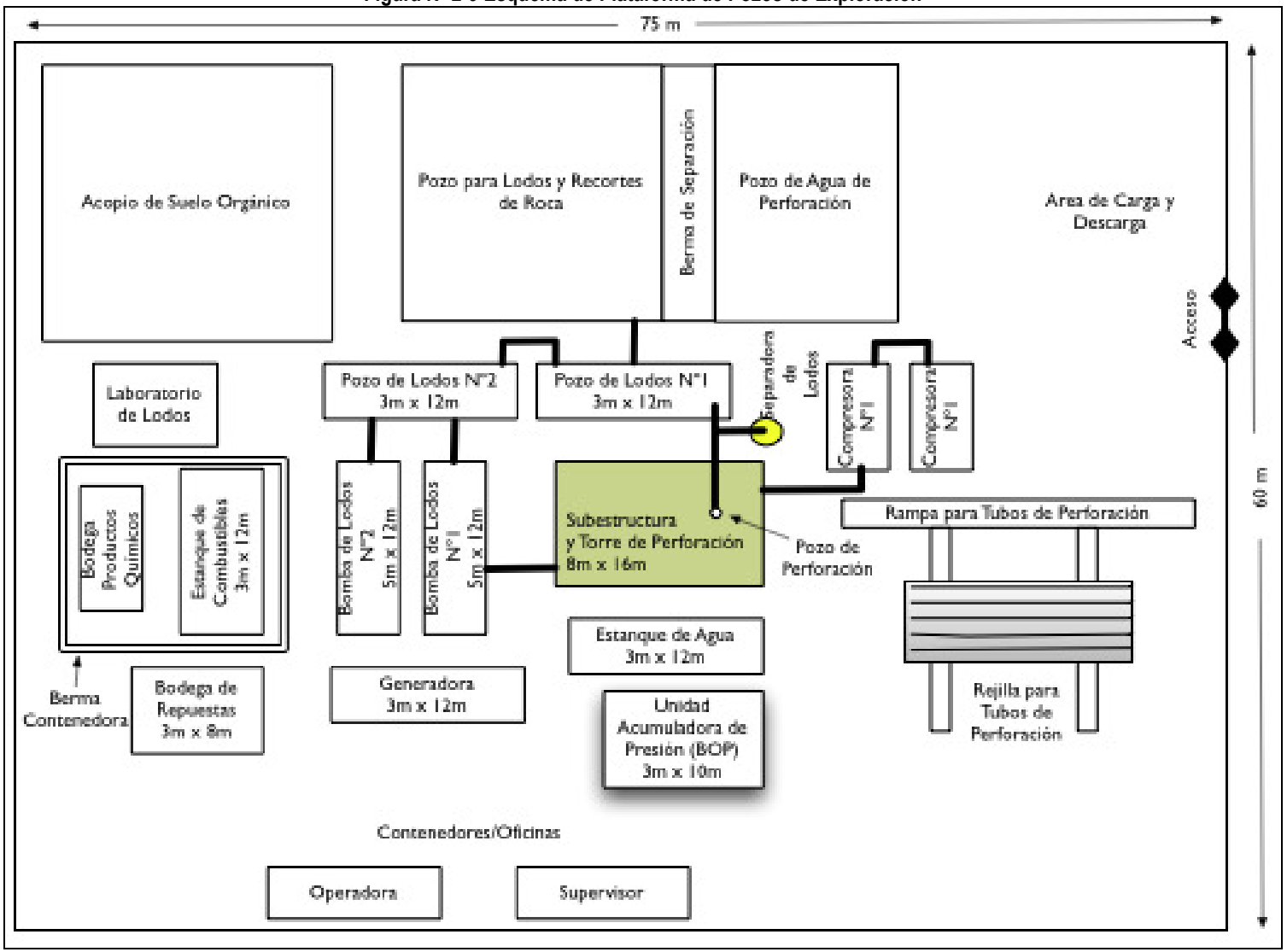
Se procurará al máximo optimizar la localización y disposición de las plataformas de perforación a fin de evitar cortes de terreno y movimientos de tierra mayores.

En torno de la maquina perforadora se construirán las lagunas o estanques requeridos para recibir el lodo (mud) resultante de la perforación, así también los fragmentos (cuttings) y otros para almacenar el agua para perforación. Estos 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 bentonitita y una capa de plástico grueso para prevenir la infiltración de sus contenidos al suelo natural..

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 tóxico o peligroso se almacenarán en un área dentro de la plataforma cuyo suelo igualmente está recubierto con plástico y protegida con bermas para contener derrames accidentales.

Una vez construidos la plataforma, las lagunas o estanques, las obras civiles y conexiones de generación y fuerza, se podrá dar inicio a las actividades de perforación.

Figura Nº 2-9 Esquema de Plataforma de Pozos de Exploración



Fuente: GGE.

.

2.3.4.2 Equipos para la Perforación de Pozos

La perforación de pozos profundos consta de un conjunto de maquinas 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, se compone en general de secciones montables de 10 m de extensión cada una y 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 lo hace la sarta de perforación. Están fabricados con aceros especiales, y tienen diseños diferentes según el tipo de terreno.

En las figuras siguientes se observan los principales equipos y procesos descritos.

Figura Nº 2-10 Ejemplos de Torres de Perforación de Pozos Profundos

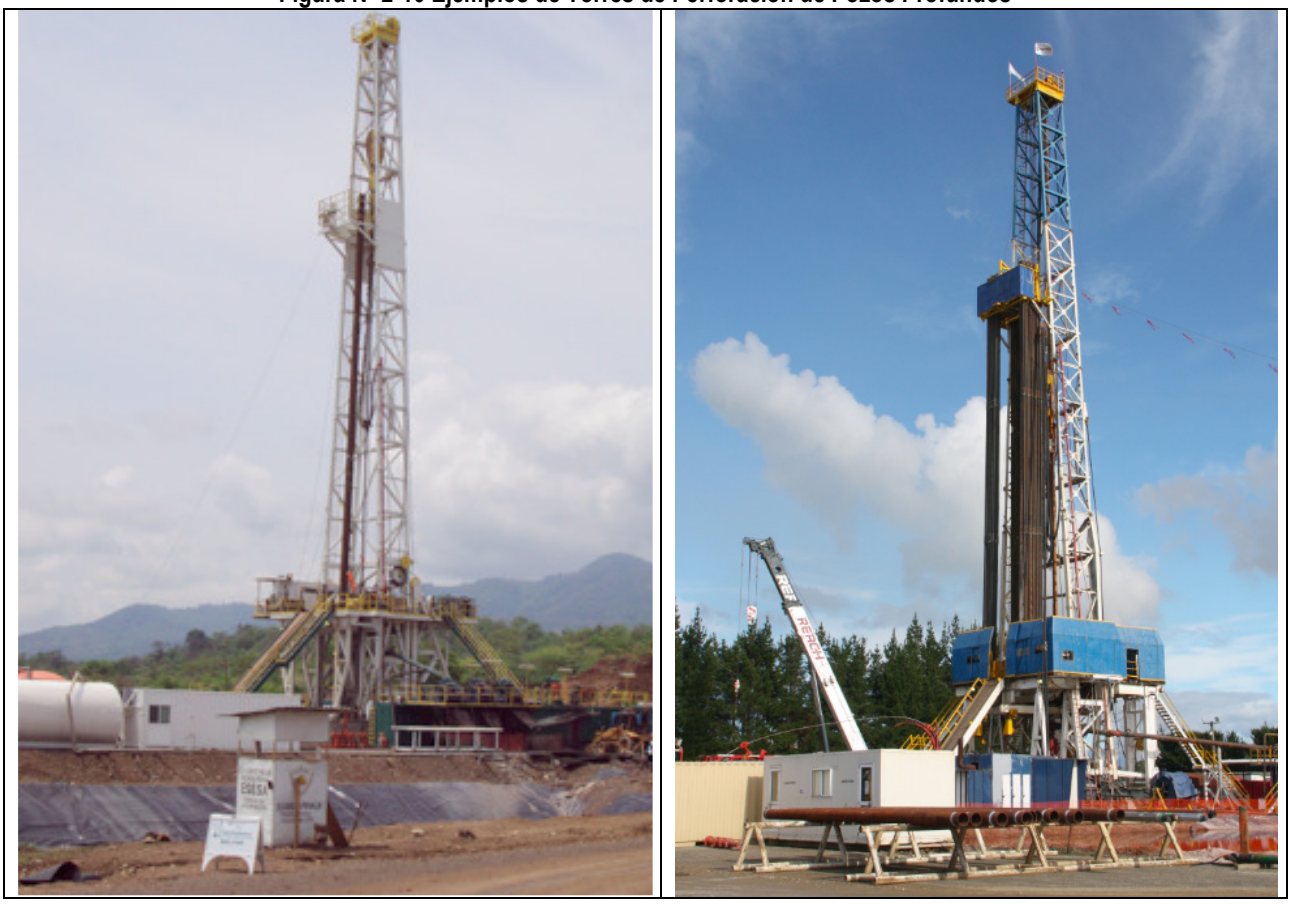
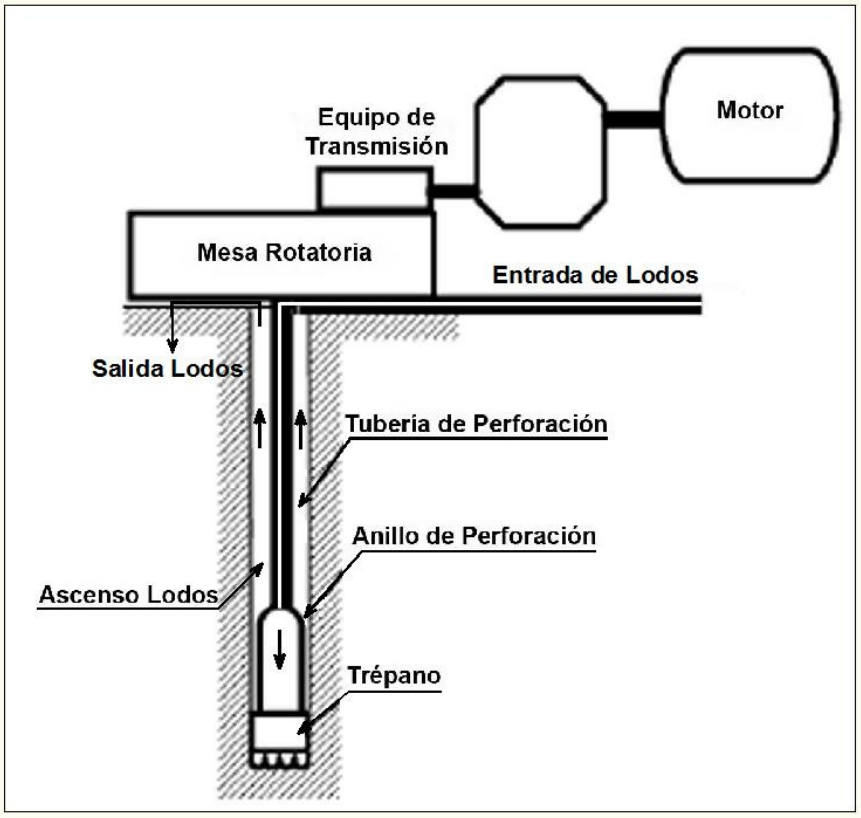


Figura Nº 2-11 Detalle de Mesa Rotatoria y Sarta de Perforación (Kelly)



Figura Nº 2-12 Esquema Sistema de Perforación y Circuito de Lodos



Fuente: Sustentable.

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 del fluidos de perforación
- Zarandas para separación de fragmentos del fluido de perforación
- Cabrestante 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.

2.3.4.3 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 mediante los respectivos contratos de suministro con contratistas autorizados para transporte, almacenamiento, distribución o entrega en la comuna de Colchane.

Equipos generadores, motores y maquinaria utilizarán petróleo Diesel, estimándose un consumo de 1.600 l/día para el periodo de mayor consumo.

El suministro lo ejecutan empresas autorizadas mediante camiones cisterna desde Iquique con una frecuencia semana de un camión de 10.000 litros. 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. La figura siguiente muestra el tipo de estanque de combustible a utilizar:

Figura Nº 2-13 Estanque Móvil de Combustible de 1000 l



- Sistema contra incendio, que en particular comprende:
    - Extinguidores de incendio portátiles (2,3 a 9,1 kilos de agente extintor, 5 a 20 libras)
    - Extintores de incendio sobre carros de aproximadamente 90,72 kilos (200 libras) de agente extintor cada uno
    - 160 m3 de agua almacenada en dos estanques
    - Bomba
    - Espuma al 3%, aproximadamente 115 litros

- 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 provisorias 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.

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.

Tabla Nº 2-7 Sustancias peligrosas

Sustancia	Nº CAS	Clase NCh 382/98
Cilindro Oxígeno comprimido	CAS 7782-44-7	2.2
Cilindro Acetileno comprimido	CAS 74-86-2	2.1
Cilindro Nitrógeno comprimido	CAS 7727-37-9	2.2
Diesel	CAS 68476-34-6	3

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 substancia y que incluirá, a lo menos, la siguiente información sobre substancias 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.

Los envases o estanques para el almacenamiento de combustibles líquidos deben cumplir con las especificaciones del DS No. 379/86, del Ministerio de Economía, Desarrollo y Construcción, el que para estos propósitos hace referencia al DS No. 90/1996 del mismo ministerio.

2.3.4.4 Programa de Perforación Segura

A fin de implementar una perforación geotérmica limpia y segura, GGE preparará un plan detallado de perforación de pozos, el que describirá la instalación de los equipos planificados, las etapas de la perforación de pozos y la instalación y cementación del entubado (tubería de revestimiento), al tiempo que describirá el proceso de perforación, los materiales requeridos para perforar el pozo en forma segura y eficaz en términos de costo, y las competencias del personal y los contratistas que estarán involucrados en el proyecto. La planificación de los pozos estará a cargo de un grupo de ingenieros de perforación geotérmica con vasta experiencia, en conjunto con el equipo de geociencias de GGE.

Un elemento clave de este trabajo será desarrollar el diseño de control de pozos. Si bien muy pocos pozos de exploración geotérmica han tenido problemas de flujo incontrolado, las consecuencias potenciales de una fuga de fluido geotermal pueden ser serio para el medio ambiente natural local debido a la salinidad del agua geotérmica. Por consiguiente, la filosofía de diseño entrega múltiples niveles y mecanismos para mantener el control de los pozos.

La perforación de este tipo de perforaciones está regida por estrictas normas definidas por el Instituto Americano del Petróleo (API), el cual utiliza tecnología diseñada específicamente para mantener las presiones contenidas y de esta forma proteger el trabajo durante la construcción y asegurar la vida útil del pozo. Sin embargo, se ha establecido que el control de pozos geotérmicos difiere del control de pozos petrolíferos, por lo que el diseño aplicará normas adicionales y materiales especializados.

2.3.4.5 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. Durante la perforación y la preparación del fluido de perforación, todos los trabajadores usan los equipos de seguridad (Equipo de Protección Personal) pertinentes (máscara para respirar, anteojos de seguridad, zapatos de seguridad y guantes).

El control del pozo es un aspecto clave durante el proceso de perforación. Esta actividad contempla mucho más que tan sólo poner en acción el plan de control de pozos definido en el programa de perforación. Ello debido a que las condiciones reales y el rendimiento del pozo (por ejemplo, la estabilidad de la formación, la temperatura y la presión del reservorio, la presencia de gas no condensable, etc.) y la efectividad de los sistemas de control individuales podrían ser diferentes a lo esperado. Por consiguiente, el proceso de perforación es monitoreado atentamente 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 un sistema se vea temporalmente comprometido.

El fluido de perforación es una suspensión coloidal acuosa consistente principalmente de agua, arcilla natural y varios 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.

Las propiedades del fluido se obtienen añadiendo componentes sólidos de grano fino, tales como: bentonita, barita, lignosulfonato libre de cromo, polímeros biodegradables y algunos componentes químicos en baja concentración (carbonato de sodio y bicarbonato). Estos productos y reactivos químicos cumplen con las normas internacionales establecidas por el API (Instituto Americano del Petróleo) y MINSAL, el cual regula su composición, manejo y transporte.

De acuerdo con esta composición, el fluido no constituye una mezcla que pueda ocasionar reacciones de primer orden o que presente reacciones electrolíticas, excepto muy pequeñas concentraciones de controladores de pH que le dan un carácter débilmente básico. El fluido de perforación no reacciona con otros compuestos. Su evolución a través del tiempo está dada por la biodegradación de los componentes orgánicos y la sedimentación de los componentes sólidos inertes, que no afectan el medio ambiente.

Los fluidos que permanecen después de finalizada la perforación del pozo se almacenarán en el pozo o 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 el pozo o 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 segura para su disposición final en una instalación de disposición de residuos autorizada.

En caso que la perforación del pozo profundo intersecte 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. Típicamente, 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.

Figura Nº 2-14 Ejemplo de BOP desinstalado (izquierda) e instalado (derecha)



Fuente: petroblogger.com

- 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 tan profundo como 2000 m y revestido con un revestimiento perforado de 8 ½" (21,59 cm), no cementado, ya que se espera que sea la sección productiva. En caso de que ocurran problemas de perforación podría ser necesario detener el trabajo en esta sección e instalar el revestimiento de 8-1/2" (21,59 cm) para poder proseguir con la perforación a una mayor profundidad con una broca de perforación de menor diámetro.

- 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, aunque existe información convincente que señala que el reservorio se encontraría aún más profundo. Un equipo de perforación convencional de tamaño completo puede perforar tan profundo como 4000 m, y el orificio resultante podría revestirse 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 200-300 m3 para cada pozo perforado. Esto dependerá de la instalación final del encamisado tal como fue construido ("as-built"), lo cual podría diferir del diseño original del pozo; esto se basará en las condiciones geológicas reales y del reservorio encontradas durante la perforación. Dada la naturaleza incierta del reservorio profundo, los diseños finales de los pozos podrían tener diámetros diferentes a los propuestos anteriormente. En consecuencia, el margen de volumen potencial de fragmentos puede variar.

Los fragmentos se ubicarán provisoriamente en el pozo o 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.

El sistema de perforación será operado por personal especializado, el que trabajará en dos turnos para trabajos continuos de 24 horas por día, los 7 días de la semana, hasta terminar el trabajo.

2.4 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 respaldarán las decisiones respecto de la factibilidad de explotación del recurso y su duración estimada es de un máximo de un mes. Los fluidos producidos durante la fase de pruebas serán almacenados en estanques y después inyectados de vuelta 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 desmantelar las instalaciones provisorias, los pozos se cerrarán en forma permanente y los sitios se restablecerán a sus condiciones originales,

Si por el contrario y como se espera, las pruebas de pozos confirman la existencia de un recurso de valor comercial, las instalaciones provisorias se desmantelan y se establece un programa de monitoreo y protección de los sitios de pozos a la espera que los estudios de ingeniería demuestren las características y la capacidad del reservorio y se proceda a solicitar la Concesión de Explotación ante el Ministerio de Energía.

2.4.1 PRUEBAS DE POZOS

El diseño de la prueba del pozo considerará 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, es capaz de contener las presiones del fluido que pudieran ocurrir durante la prueba.

Primero se diseña la disposición y la composición de los equipos de prueba, para luego proceder a redactar el programa de pruebas. Además de los procedimientos de medición, se definirán el personal y las condiciones bajo las cuales se realizará la prueba del pozo y los indicadores para determinar cómo y cuándo se finalizará la prueba. Uno de los aspectos claves del plan es no permitir que las operaciones del pozo se desvíen del plan sin antes tomar en cuenta los aspectos de control del pozo y el rediseño por parte de un ingeniero especialista en pruebas de pozos.

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 disposición de los fluidos desde un pozo hacia el reservorio, a través de otro pozo.

La prueba comienza con la abertura 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 al pozo o laguna. Inicialmente, el líquido geotérmico arrastra fragmentos y lodo de perforación, los que se depositan en el pozo o estanque construido para dicho fin. El vapor del separador se disipa en el aire, este vapor transporta algunos gases pero en concentraciones muy bajas, los que se disipan inmediatamente en la atmósfera.

Durante las pruebas, se obtendrán diferentes parámetros que permitirán a un ingeniero experto en reservorios 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 y 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.

El flujo temporal de agua caliente proveniente del reservorio no tendrá efectos sobre las emisiones de aguas termales en el área de Puchuldiza, debido al aislamiento de los pozos profundos de los acuíferos poco profundos y por constituir flujos relativamente pequeños. Se realizará un monitoreo de las aguas en los acuíferos a través de los sondajes para confirmar que no hay cambios a los flujos o la calidad de las aguas termales.

El monitoreo es importante también para permitir un diseño adecuado de medidas de mitigación de cualquier impacto al agua superficial, que podría ocurrir durante una futura explotación del reservorio, y es un componente importante del Plan de Manejo de Riesgos.

2.4.2 EQUIPOS E INSUMOS PARA LAS PRUEBAS DE POZOS

Los equipos que deben considerarse en las pruebas de pozos son los siguientes:

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

2. 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 un pozo o laguna de agua para su almacenamiento.

3. Silenciador para mitigar la emisión de ruido del sistema de prueba

4. Bomba para conducir el agua hacia una tubería provisoria

5. Sistemas de válvulas y de medición, incluyendo puertos de muestreo.

6. 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.

7. Generador: se considera al menos un generador de 1 MW.

8. Combustible: se considera la provisión necesaria de petróleo diesel para equipos, motores y generador. Se estima un consumo promedio de 300 l/día.

9. 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.

2.5 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 absolutamente sujeto a los resultados de las pruebas.

Si las pruebas indicasen que no existen recursos geotérmicos de valor comercial, se procederá a desmantelar totalmente las instalaciones provisorias, 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 provisorias se desmantelarán, 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 el Ministerio de Energía. 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 necesario para el desarrollo del campo y de la central.

2.5.1 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.

2.5.2 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 por el Departamento de Estudios Geológicos de los Estados Unidos (USGS). Estos procedimientos están 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 ºF 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 puede 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 seguros de 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 debajo 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.

2.5.3 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 el pozo o 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 realizarán 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.

2.6 RESIDUOS, EMISIONES Y DESCARGAS AL AMBIENTE

2.6.1 RESIDUOS LÍQUIDOS

En base a las actividades que se desarrollarán durante el proceso de exploración, es posible asumir 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 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 los frentes de trabajo estables (plataformas y pozos de baja profundidad) se dispondrán baños químicos con sistema de limpieza de bombas, de acuerdo a lo dispuesto en el DS Nº594/99 del MINSAL. Estos residuos, cuyo volumen es menor, serán retirados por una empresa sanitaria que cuente con los permisos correspondientes. Además, se solicitará a la empresa que realice el servicio, que presente periódicamente los registros firmados y timbrados por la planta de tratamiento de aguas servidas destinataria. Con esto se verificará el cumplimiento de la correcta disposición.

Se informará oportunamente a la Autoridad Sanitaria Regional el nombre de la empresa adjudicataria, así como el o los destinos ofrecidos por ésta para los residuos retirados.

2.6.2 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, del 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 con tapa que se ubicarán en las distintas áreas de trabajo. Estos residuos serán retirados, por una empresa contratista autorizada para disponerlos en un vertedero 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 para su disposición final.

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

a. Tendrá una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.
b. Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
c. Estará techado y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
d. Garantizará que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente.
e. 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.
f. 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 especializada, 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 habilitadas para estos fines, los que deberán presentar certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos.

2.6.3 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Debido a las características del proyecto y las actividades asociadas, se espera que se generen emisiones a la atmosfera 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.

Para realizar la estimación de emisiones se utilizaron los antecedentes y factores de emisión indicados en Guía metodológica para la estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas y móviles y la Guía para la estimación de emisiones atmosféricas de proyectos inmobiliarios, ambos realizados por La Dirección Ejecutiva de CONAMA, antecesora del Actual Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) .

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 reperfilar 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 emitirán al medio ambiente material particulado. 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.

Tabla Nº 2-8 Resumen de las Emisiones Atmosféricas Estimadas Para El Proyecto

Contaminante	Faena	Factor de Emisión	Unidades	Actividad	Unidades	Emisión	
						Ton/año	Kg/día
PM10	**Escarpe**						
	Caminos	4,50	Kg/Ha	7,19	Ha/año	**0,032**	0,09
	Campamento	4,50	Kg/Ha	1,00	Ha/año	**0,004**	0,01
	Sitio de Faena	4,50	Kg/Ha	1,00	Ha/año	**0,004**	0,01
	Circulación de vehículos en caminos no pavimentados						
	Camionetas	0,27	Kg/Km	24.090	Km/año	**6,596**	18,07
	Camiones	0,88	Kg/Km	8.030	Km/año	**7,096**	19,44
	Combustión de motores						
	Camiones	0,25	gr/km	8.030	Km/año	**1,993**	5,46
	Maquinarias	0,46	Kg/día	500	día/año	**0,231**	0,63
	Generadores	0,003	Kg/Kg Pet 2	1.078.575	L/año	**2,555**	7,00
	Total (Ton/año)					**18,51**	50,72
NOx	**Combustión de motores**						
	Camiones	4,70	gr/km	8.030	Km/año	**37,70**	103,29
	Maquinarias	5,39	Kg/día	500	día/año	**0,71**	1,93
	Generadores	0,08	Kg/Kg Pet 2	1.078.575	L/año	**72,57**	198,82
	Total (Ton/año)					**110,98**	304,05
CO	**Combustión de motores**						
	Camiones	1,11	gr/km	8.030	Km/año	**8,90**	24,39
	Maquinarias	1,41	Kg/día	500	día/año	**0,71**	1,93
	Generadores	0,02	Kg/Kg Pet 2	1.078.575	L/año	**15,67**	42,94
	Total (Ton/año)					**25,28**	69,26
HC	**Combustión de motores**						
	Camiones	0,58	gr/km	8.030	Km/año	**4,68**	12,83
	Maquinarias	0,65	Kg/día	500	día/año	**0,32**	0,88
	Generadores	0,01	Kg/Kg Pet 2	1.078.575	L/año	**5,76**	15,79
	Total (Ton/año)					**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.

Tabla Nº 2-9 Resumen de las Emisiones Asociados a la Construcción y Operación de Plataformas

Contaminante	Faena	Factor de Emisión	Unidades	Actividad	Unidades	Emisión	
						Ton/año	Kg/día
PM10	Escarpe	4,50	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 2	638280	L/año	**1,51**	4,14
	Total (Ton/año)					**1,57**	4,31
NOx	Generadores	0,080	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**42,95**	117,66
CO	Generadores	0,017	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**9,28**	25,41
HC	Generadores	0,006	Kg/Kg Pet 2	638280	L/año	**3,41**	9,34

2.6.4 EMISIONES DE RUIDO

Con el fin de evaluar el impacto sonoro que generará el proyecto, se identificaron dos etapas a modo de evaluar su impacto.

a. Etapa de Construcción

Esta etapa contempla la instalación de faenas y campamento, habilitación de accesos, perforación de pozos de baja profundidad hasta 300m, luego la habilitación, perforación y pruebas de los pozos de exploración geotérmica de hasta 3000m y, finalmente, la etapa de abandono (desmantelamiento de instalaciones).

Los equipos y maquinarias contemplados durante la construcción del proyecto más el Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente (NPSeq) medido a 10m son los siguientes:

Tabla Nº 2-10 Fuentes de ruido y NPSeq Accesos Construcción de Plataformas y Abandono.

Fuentes de Ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Camión tolva	75
Excavadora Caterpillar 320 C	82
Retroexcavadora Caterpillar 442 E	75
Cargador Frontal Caterpillar 950 H	83
Motoniveladora Caterpillar 140 H	83
Rodillo Vibratorio CAT 533 E	80
Camión Aljibe de 8.000 L	82

Fuente: Update of Noise database for prediction of noise on construction and open sites (contained in Annex C, Part 1 of BS5228). Department For Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), 2004. Mediciones realizadas por el consultor.

Tabla Nº 2-11 Fuentes de Ruido y NPSeq Actividad de Perforación de Pozos

Fuentes de Ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Generador CAT 3512 - Plataforma A1	80
HH-1300hp VFD AC Land Drilling Rig - Plataforma A1	70
Generador CAT 3512 - Plataforma A2	80
HH-1300hp VFD AC Land Drilling Rig - Plataforma A2	70

Fuente: Datos proporcionados por el titular.

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

Tabla Nº 2-12 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Construcción

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

b. Etapa de Operación

En la etapa de operación las fuentes de ruido y su nivel de presión sonora equivalente (medida a 10m) se describen en la siguiente tabla:

Tabla Nº 2-13 Fuentes de ruido y NPSeq Etapa de Operación Maquinarias

Fuentes de ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Generador 1 - Plataforma A1	83
Generador 2 - Plataforma A1	86
Sala de motores - Plataforma A1	81
Generador 1 - Plataforma A2	83
Generador 2 - Plataforma A2	86
Sala de motores - Plataforma A2	81

Fuente: Datos proporcionados por el titular.

Tabla Nº 2-14 Fuentes de ruido y NPSeq Actividad de Prueba de Pozos

Fuentes de ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Separador Bifásico - Plataforma A1	90
Salida Vapor - Plataforma A1	95
Separador Bifásico - Plataforma A2	90
Salida Vapor - Plataforma A2	95

Fuente: Datos proporcionados por el titular.

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

Tabla Nº 2-15 Niveles de Presión Sonora Ponderados Etapa de Operación

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

Fuente: Datos proporcionados por el titular.

Es posible advertir 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.

1

2

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

3 CAPÍTULO 3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO 3-1

3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL GENERAL APLICABLE AL PROYECTO 3-1

3.2 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL POR COMPONENTE, APLICABLE A CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO 3-4

3.2.1 Componente ambiental aire 3-4
3.2.2 Componente ambiental ruido 3-8
3.2.3 Manejo de residuos sólidos (domiciliarios, industriales y peligrosos) 3-8
3.2.4 Componente Agua (Recursos hídricos, Agua potable, Aguas servidas) 3-12
3.2.5 Manejo y Almacenamiento de Combustible 3-17
3.2.6 Patrimonio cultural, Arqueológico y Paisaje 3-19
3.2.7 Suelo y Planificación Territorial 3-21
3.2.8 Flora, Fauna y Biodiversidad 3-22
3.2.9 Vialidad y Transportes 3-23

3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES 3-24

3 CAPÍTULO 3 PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL PROYECTO

En el presente capítulo se presentan las normas de carácter ambiental a cumplir, conforme al criterio utilizado por el Repertorio de Legislación de Carácter Ambiental Vigente, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

En primer lugar, se describe la normativa general y específica aplicable al Proyecto, incluyendo las normas de emisión y de calidad ambiental, concentrándose en la normativa asociada a la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y el uso y manejo de los recursos ambientales. En segundo lugar, se presenta el plan de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

La presentación de la normativa asociada al proyecto se hace en forma sintética, preferentemente tabular, con el objeto de facilitar su comprensión.

La acreditación del cumplimiento de la normativa específica se verificará una vez que el proyecto sea recepcionado y autorizada su puesta en marcha.

3.1 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL GENERAL APLICABLE AL PROYECTO

A continuación se hace referencia a la normativa chilena de carácter general, aplicable al proyecto.

Norma: Decreto Ley Nº 3.464. Constitución Política de la República
Ministerio: MINSEGPRES

Materia
En su artículo 19 Nº 8 asegura a todas las personas "El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación", agrega en el mismo inciso que "es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la protección de la naturaleza".

Este derecho trata de garantizar la existencia de un ambiente que presente niveles de contaminación que la ley ha definido como permisibles y que, en definitiva, deben ser soportados por todos los individuos.

Cumplimiento

El proyecto se ajustará a las disposiciones constitucionales, ejerciendo los derechos y cumpliendo las obligaciones correlativas, como asimismo respetará las normas legales que regulan la actividad económica bajo evaluación ambiental.

La presentación del EIA tiene plena correspondencia con lo afirmado en el párrafo anterior, en cuanto tiene por objeto asegurar el cumplimiento de las garantías constitucionales correspondientes.

Norma: Ley Nº 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley N° 20.417.
Fecha de Publicación: 9 de Marzo1994
Ministerio: Ministerio Secretaría General de la Presidencia

Materia

Establece que el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia. (Artículo 1)

Entre los instrumentos de gestión, establecido en el Titulo II de la Ley, figura el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Al respecto, el artículo 8 señala que los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental.

El Artículo 10 por su parte, establece las actividades susceptibles de causar impacto ambiental y, por ende, que requieren ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
Adicionalmente el artículo 11 de la Ley, establece los criterios para determinar si procede presentar un Estudio o una Declaración de Impacto Ambiental.

Relación con el proyecto

Si bien los proyectos de exploración geotérmica no se encuentran indicados dentro de la Normativa en referencia, al encontrarse dentro de una Zona de Interés Turístico (ZOIT), se encuentra tipificado en la letra "p" del artículo 10 de la Ley, por ende, el proyecto requiere ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Cumplimiento

El proyecto, conforme lo establece la Ley 19.300 en la letra (p) del artículo 10, ingresa al SEIA para ser evaluado ambientalmente.

El análisis efectuado, sobre la base de lo señalado en el Artículo 11 de la Ley 19.300, indica que el proyecto debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental considerando lo establecido en el literal d) (de mencionado) "*Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar"* por ubicarse al interior de un área ZOIT que corresponde a la definición de área protegida, el Titular lo somete mediante un Estudio de Impacto Ambiental.
El presente documento corresponde al Estudio de Impacto Ambiental.

Norma: Ley Nº 20.417, crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente
Fecha de Publicación: 26 de Enero de 2010
Ministerio: Secretaría General de la Presidencia

Crea el Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente e introduce cambios en la Ley Nº 19.300 de Bases Generales el Medio Ambiente.

La relación con el proyecto se encuentra en las obligaciones indicadas por la Ley mediante el ingreso del proyecto al SEIA a través del Estudio de Impacto Ambiental y el compromiso de respetar el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Norma: Decreto Supremo Nº 30, modificado por D.S. Nº 95. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Fecha de Publicación: 3 de Abril de 1997 y 7 de diciembre de 2002, respectivamente
Ministerio: MINSEGPRES

Materia

Algunos de los artículos del presente texto legal determina la tipología de proyectos que ingresan al SEIA, si procede un Estudio de Impacto Ambiental, fija el procedimiento para la tramitación de Declaraciones y Estudios Impacto Ambiental y establece la lista de permisos considerados como ambientales sectoriales, los que de ser aplicables a algún proyecto, deberán ser incluidos en el documento correspondiente, ya sea un EIA o una DIA

Relación con el Proyecto

Se señala que ingresan al SEIA la "Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos que la legislación respectiva lo permita", en el artículo 3 letra p) del D.S. 95/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. El proyecto se emplaza dentro de una Zona de Interés Turístico (ZOIT); en la comuna de Colchane.

Cumplimiento

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento, el Proyecto se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través del presente documento en la modalidad de Estudio de Impacto Ambiental.

Norma: Ley Nº 19.657. Sobre Concesiones de exploración y explotación de Energía Geotérmica
Fecha de Publicación: 22 de Abril del 2004
Ministerio: Minería

Materia

Regula la tramitación y otorgamiento de las solicitudes de concesión de exploración y explotación de energía geotérmica y el control y cumplimiento de las obligaciones que emanen de la concesión, sea de exploración o explotación

Relación con el Proyecto

GGE Chile solicitó al Ministerio de Minería un área de concesión para la exploración del recurso geotérmico, denominada "Proyecto Concesión Geotérmica Puchuldiza – I Región", la cual fue otorgada con fecha 9 de octubre del 2009.

Cumplimiento

La empresa cuenta con la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2, Decreto Nº174, publicada en el Diario Oficial el 2 de Marzo del 2010, de acuerdo a lo establecido en la normativa aplicable.

3.2 NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL POR COMPONENTE, APLICABLE A CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

3.2.1 COMPONENTE AMBIENTAL AIRE

A continuación se hace referencia a la normativa chilena relacionada con la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Norma: Decreto Supremo Nº 144. Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza
Fecha de Publicación: 2 de mayo de 1961
Ministerio: Salud

Materia

El artículo 1º del Decreto Supremo 144 expresa que "los gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquier naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen daños o molestias al vecindario."

Relación con el Proyecto

Durante ambas etapas del proyecto se generarán emisiones atmosféricas de material particulado y gases de combustión producto del uso de maquinaria y equipos. No obstante cabe señalar que durante la operación el flujo vehicular disminuirá sustancialmente y no habrá transporte de materiales. Por otro lado, durante la etapa de operación, correspondiente a la prueba de pozos, se producirá vapor saturado con concentraciones menores de Ácido Sulfhídrico (H_2S)

Cumplimiento

El proyecto contempla implementar una serie de medidas tendientes a controlar las emisiones generadas por el tránsito de vehículos o maquinarias y el transporte de material, en su mayoría durante la etapa de construcción, entre las cuales se mencionan:

- Se realizará aspersión en el terreno en forma oportuna durante el período en que se realicen faenas que pudieran generar material en suspensión, siempre que el clima lo requiera.
- Se hará uso de procesos húmedos en caso de requerir faenas de molienda de áridos y mezcla para reperfilamiento de caminos.
- Se transportarán los materiales de la construcción en camiones con carga cubierta.
- Se mantendrá la obra aseada y sin desperdicios mediante la colocación de recipientes recolectores, convenientemente identificados y ubicados.
- No se permitirán las quemas de ningún tipo de residuo.
- La velocidad máxima permitida para los camiones dentro del área de proyecto será de 30 km/h.
- Se mantendrán en óptimas condiciones y con sus revisiones al día toda la maquinaria.

Además se exigirá una buena mantención y revisión a los vehículos y maquinaria. A través de ello, se espera minimizar las emisiones y evitar cualquier tipo de molestia a las comunidades vecinas.

En cuanto a la etapa de operación, la empresa realizará monitoreos preventivos con detectores estacionarios y de ser necesario, de acuerdo a la ubicación de los trabajadores respecto a las fuentes de emisión de H2S, se

implementarán detectores personales. En caso de superación de norma, se suspenderán las actividades y evacuará al personal del área afectada.

Norma: DS 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.
Fecha de Publicación: 25 de mayo de 1998 y 11 de septiembre de 2001, respectivamente.
Ministerio: MINSEGPRES

Materia

La presente norma establece la norma de calidad primaria para material particulado respirable, define los niveles que determinan las situaciones de emergencia ambiental para dicho elemento, y establece metodologías de pronósticos y mediciones para todo el territorio chileno.

Fija norma primaria de calidad del aire para el contaminante material particulado respirable MP10, en 150 microgramos por metro cúbico normal (150ug/m^3N) como concentración de 24 hrs.

Además establece norma primaria de calidad del aire para el contaminante Material Particulado Respirable MP10 como concentración anual de cincuenta microgramos por metro cúbico normal (50 ug/m^3N).

.

Relación con el Proyecto

Durante la fase de construcción de las distintas obras del proyecto, especialmente el reperfilamiento de caminos, la apertura de vías nuevas y las plataformas de los pozos profundos, se generará material particulado, pero dada la distribución de las tareas y las condiciones de ventilación del área no se generarán concentraciones suficientes para afectar la calidad del aire a los niveles establecidos por este decreto.

Cumplimiento

Durante la etapa de construcción las emisiones se minimizarán según se menciona anteriormente.

Norma: DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación: 31 de enero de 1968
Ministerio: Salud

Materia

El Artículo 89 señala: “El reglamento comprenderá normas como las que se refieren a: a) la conservación y pureza del aire y evitar en él la presencia de materias u olores que constituyan una amenaza para la salud, seguridad o bienestar del hombre o que tengan influencia desfavorable sobre el uso y goce de los bienes. La reglamentación determinará, además, los casos y condiciones en que podrá ser prohibida o controlada la emisión a la atmósfera de dichas substancias “.

Relación con el Proyecto

En las fases del proyecto se generan emisiones a la atmósfera, ya sean por medio de gases provenientes de los motores de combustión interna o bien por la resuspensión de material por el tránsito de vehículos por los caminos y

otras vías de acceso. Del mismo modo, las labores de perforación generan emisiones consistentes en vapores que son liberados, esporádicamente, al ambiente.

Cumplimiento

De igual manera se cumplirá con la normativa señalada, implementando las medidas indicadas anteriormente.

Norma: DS Nº 138/05. Establece obligación de declarar emisiones que indica
Fecha de Publicación: 17 de noviembre de 2005
Ministerio: Salud

Materia

Señala que todos los titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos, deberán entregar a la Secretaría Regional Ministerial de Salud competente del lugar en que se encuentran ubicadas, los antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes.

Estarán afectas a la obligación de proporcionar los antecedentes para la determinación de emisión de contaminantes, las fuentes fijas que correspondan a los siguientes rubros, actividades o tipo de fuente:

- calderas generadoras de vapor y/o agua caliente
- producción de celulosa
- fundiciones primarias y secundarias
- centrales termoeléctricas
- producción de cemento, cal o yeso
- producción de vidrio
- producción de cerámica
- siderurgia
- petroquímica
- asfaltos
- equipos electrógenos

Relación con el Proyecto

Durante la etapa de construcción y operación del proyecto es necesario el uso de grupos electrógenos en campamento e instalación de faenas, así como en las plataformas de construcción de pozos profundos.

Cumplimiento

Las emisiones generadas por los equipos electrógenos utilizados, serán declaradas conforme a las indicaciones de la autoridad sanitaria.

Norma: DS Nº 75/87. Establece condiciones para el transporte de cargas que indica
Fecha de Publicación: 7 de Julio de 1987
Ministerio: Transporte y Telecomunicaciones

Materia

Regula los procedimientos para el transporte de cargas, arenas, ripios, tierra, desperdicios, etc. Para evitar su escurrimiento o caída al suelo.

Relación con el Proyecto

Durante la etapa de construcción del proyecto se considera el transporte de materiales áridos por el reperfilamiento de caminos existentes y de accesos nuevos.

En la operación no existirá transporte de materiales de este tipo. En la fase de cierre será posible realizar nuevos transportes de material integral para reposición de sitios de plataformas.

Cumplimiento

Durante la construcción el transporte de materiales se realizará de acuerdo a lo establecido en la normativa, entre otras medidas se exigirá transporta la carga cubierta y humedecida de ser necesario.

Norma: DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación: 15 de Septiembre de 1999
Ministerio: Salud

Materia

Los artículos del Párrafo I señalan que en los lugares de trabajo deben proporcionarse condiciones ambientales y de ventilación confortables, que no causen molestias o perjudiquen la salud de los trabajadores, estableciendo además límites permisibles ciertos agentes químicos y físicos que puedan provocar efectos adversos en el trabajador.

Relación con el Proyecto

Durante la etapa de construcción se generará material particulado, fundamentalmente, asociado a las actividades de construcción de accesos nuevos, reperfilamiento de caminos y construcción de plataformas de pozos profundos, por circulación de maquinarias, tránsito de camiones y vehículos, y emisiones de gases que provienen de motores de combustión de los vehículos y equipos que serán utilizados.

En cuanto a la etapa de operación, las pruebas de pozos generarán vapor y se espera también la generación de emisiones de Sulfhídrico (H2S) en bajas concentraciones.

Cumplimiento

La empresa velará por dar cabal cumplimiento a esta normativa, los trabajadores serán dotados de los elementos de protección personal (EPP) necesarios para el desarrollo de cada actividad. Adicionalmente se implementarán sensores de H_2S en el área de trabajo desde la fase de construcción de los pozos, los que serán conectados a un sistema de alarma que se activará cuando la concentración establecida en la normativa sea superada y activándose así el cierre temporal de las operaciones de perforación.

3.2.2 COMPONENTE AMBIENTAL RUIDO

Norma: DS Nº 146/97. Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas
Fecha de Publicación: 17 de Abril de 1998
Ministerio: MINSEGPRES

Materia

La norma establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales, artísticas u otras. El artículo 4º del decreto, fija los niveles máximos de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de la fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor. Los niveles de emisión sonora establecidos en este decreto, se diferencian según la zona en que se encuentre el receptor y el horario en que se emitan los ruidos. En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán superar el ruido de fondo en 10 dB(A) o más.

Relación con el Proyecto

El Proyecto generará aumento en los niveles de ruido del lugar, de acuerdo a la naturaleza de los procesos que se llevarán a cabo. Además, se trata de una zona rural, donde los niveles de presión sonora corregidos no podrán superar el ruido de fondo en más de 10 dB (A).

Cumplimiento

Los únicos receptores cercanos a las faenas corresponden a los eventuales habitantes de las localidades de Lupe y Puchuldiza, los que habitan sus propiedades en forma esporádica. Cabe señalar además que aparte de los caminos de circulación la fuente emisora más cercana a la localidad de Lupe y que corresponde al Campamento e Instalación de Faenas se encuentran a una distancia mayor a 600 m lineales; todas las restantes fuentes emisoras relevantes (perforación de pozos de medición y plataformas de pozos profundos) se encuentran a distancias mayores

Por otro lado, el personal usará protecciones auditivas en el caso de que realice trabajos que generen ruidos molestos, es decir, ruidos estables o fluctuantes superiores a un nivel de presión sonora continuo equivalente de 85 dB(A).

3.2.3 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (DOMICILIARIOS, INDUSTRIALES Y PELIGROSOS)

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

Materia

El artículo 92 establece la prohibición de botar a los canales substancias, basuras, desperdicios y otros objetos similares, que alteren la calidad de las aguas.

Relación con el Proyecto

Durante las tres etapas del proyecto se generarán residuos sólidos, domiciliarios (generados por los trabajadores en faena) e industriales (madera y plástico de embalaje; envases; varillas de soldadura usadas; despuntes de fierro, artículos de trabajo desechables y otros.

Cumplimiento

Todos los residuos industriales sólidos serán convenientemente acopiados en un espacio delimitado de la instalación de faenas y traslados periódicamente hasta un lugar autorizado para su disposición. En caso que los residuos industriales tengan características apropiadas para su reutilización o reciclaje, serán entregadas a empresas u organizaciones que se encuentren autorizadas para dicha actividad.

Con relación a los residuos domésticos, éstos serán acopiados en contenedores herméticos con tapa que se ubicarán en las distintas áreas de trabajo. Estos contenedores serán retirados al menos dos veces por semana y llevados inicialmente al patio de acopio temporal desde donde serán transportados por contratistas autorizados a sitios de disposición final debidamente autorizados.

Tanto en los procesos de inducción iniciales, en las charlas periódicas (5 minutos) y eventuales, se instruirá constantemente al personal sobre temas ambientales, en particular respecto al manejo de residuos y la prohibición absoluta de botar residuos, salvo en los sitios expresamente indicados para ello.

Norma: DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación: 31 de enero de 1968
Ministerio: Salud

Materia

En sus artículos 79 y 80, establece que el Servicio de Salud debe autorizar la instalación y funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.

Relación con el Proyecto

Durante las tres etapas del proyecto, pero fundamentalmente en la etapa de construcción se generarán residuos industriales (madera y plástico de embalaje; envases; varillas de soldadura usadas; despuntes de fierro, artículos de trabajo desechables y otros). Durante las tres etapas se generarán residuos domésticos, fundamentalmente en campamento e instalación de faenas.

Cumplimiento

Todos los residuos industriales sólidos serán convenientemente acopiados en un espacio delimitado de la instalación de faenas y traslados periódicamente hasta un lugar autorizado para su disposición. En caso que los residuos industriales tengan características apropiadas para su reutilización o reciclaje, serán entregadas a empresas u organizaciones que se encuentren autorizadas para dicha actividad.

Con relación a los residuos domésticos, éstos serán acopiados en contenedores herméticos con tapa que se ubicarán en las distintas áreas de trabajo. Estos contenedores serán retirados al menos dos veces por semana y

llevados inicialmente al patio de acopio temporal desde donde serán transportados por contratistas autorizados a sitios de disposición final debidamente autorizados.

Tanto en los procesos de inducción iniciales, en las charlas periódicas (5 minutos) y eventuales, se instruirá constantemente al personal sobre temas ambientales, en particular respecto al manejo de residuos y la prohibición absoluta de botar residuos, salvo en los sitios expresamente indicados para ello.

Norma: DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación: 15 de Septiembre de 1999
Ministerio: Salud

Materia

1) El artículo 19 del presente texto normativo, señala que "las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera o dentro de su predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente".

2) El artículo 20 dispone que en todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.

Relación con el Proyecto

Durante las tres etapas del proyecto, pero fundamentalmente en la etapa de construcción se generarán residuos industriales (madera y plástico de embalaje; envases; varillas de soldadura usadas; despuntes de fierro, artículos de trabajo desechables y otros). Durante las tres etapas se generarán residuos domésticos, fundamentalmente en campamento e instalación de faenas.

Cumplimiento

Todos los residuos industriales sólidos serán convenientemente acopiados en un espacio delimitado de la instalación de faenas y traslados periódicamente hasta un lugar autorizado para su disposición.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, se dará cumplimiento a la normativa. Específicamente los residuos industriales sólidos generados en la fase de construcción se reubicarán en un sector para su disposición transitoria, en recipientes adecuados (con tapa hermética y rotulados) para su posterior envío a un lugar de disposición final autorizado. Con relación a los residuos domésticos, tanto en construcción como en operación éstos serán enviados 2 veces por semana al relleno sanitario autorizado más cercano.

En caso que los residuos industriales tengan características apropiadas para su reutilización o reciclaje, serán entregadas a empresas u organizaciones que se encuentren autorizadas para dicha actividad.

Norma: DS Nº 148/03. Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos
Fecha de Publicación: 12 de junio de 2003
Ministerio: Salud

Materia

Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reúso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Conforme al artículo 18 y 19, los residuos incluidos en los listados de categorías que indica se considerarán peligrosos a menos que su generador pueda demostrar ante la Autoridad Sanitaria que no presentan ninguna característica de peligrosidad. El generador podrá proponer a la Autoridad Sanitaria los análisis de caracterización de peligrosidad a realizar sobre la base del conocimiento de sus residuos y de los procesos que los generan, sin perjuicio de lo cual, la Autoridad Sanitaria podrá exigir análisis adicionales a los propuestos conforme a lo señalado en los artículos 12 al 17 del mismo reglamento.

Con el Código III.2, de la lista 3 del artículo 18 se incluye a los envases y recipientes que hayan contenido uno o más constituyentes de la lista o Código II.

De acuerdo al Artículo 6, durante el manejo de los residuos peligrosos se deberán tomar todas las precauciones necesarias para prevenir su inflamación o reacción, entre ellas su separación y protección frente a cualquier fuente de riesgo capaz de provocar tales efectos. Además, durante las diferentes etapas del manejo de tales residuos, se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al medio ambiente.

Por su parte, conforme al artículo 25, las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria.

Relación con el Proyecto

El proyecto generará durante la etapa de construcción aceite usado, filtros de aceite, baterías, trapos contaminados, restos metálicos y otros. El titular no generará más de 12 ton/año de envases de sustancias peligrosas utilizadas como insumos.

Durante la construcción de los pozos profundos se utilizará fluido de perforación compuesto de agua y elementos coloidales que facilitan el procedimiento vertical a la vez que otorgan condiciones de sello a los muros del pozo respecto de los flujos subterráneos.

Cumplimiento

La eliminación de los residuos peligrosos se realizará en lugares de disposición final, que cuenten con la debida Autorización Sanitaria que comprenda tales residuos. Durante las diferentes etapas del manejo de tales residuos, se tomarán todas las medidas necesarias para evitar derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al medio ambiente, haciendo un manejo diferenciado entre los residuos peligrosos y los que no lo son.

Los fluidos remanentes de perforación serán mantenidos en uno de los estanques de mezcla, los que estarán convenientemente sellados, impidiendo la filtración y derrame del estos. Este fluido será sometido a análisis para determinar su peligrosidad según DS 148/03 Reglamento Sanitario de Residuos Peligrosos. Luego serán confinados in situ o destinados a un lugar de disposición autorizado en caso que los elementos de la fosa no sean considerados peligrosos, en caso contrario serán dirigidos hacia un relleno de seguridad, para lo cual se contratará una empresa especializada que cuenta con los servicios de extracción, transporte y confinamiento de estos residuos.

3.2.4 COMPONENTE AGUA (RECURSOS HÍDRICOS, AGUA POTABLE, AGUAS SERVIDAS)

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

Materia

Este Reglamento identifica y delimita los acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la Región de Antofagasta y Tarapacá, obliga a obtener permiso de la Dirección General de Aguas para realizar exploraciones o extracciones mayores a las autorizadas.

Relación con el Proyecto

El proyecto no tiene por objeto alumbrar o extraer aguas subterráneas, sin embargo para su construcción y operación requerirá de un caudal estimado de agua de 3 l/s por un periodo aproximado de 120 días, el que se prevé obtener en forma autorizada desde el estero Puchuldiza.

Cumplimiento

El proyecto no extraerá recursos hídricos subterráneos en la cuenca del estero Puchuldiza y solo extraerá el volumen acordado con los respectivos propietarios de los derechos de extracción sobre las aguas del estero Puchuldiza.

Norma: DFL Nº 725/67. Código Sanitario
Fecha de Publicación: 31 de enero de 1968
Ministerio: Salud

Materia

El artículo 71 del Código Sanitario, establece que corresponde a la autoridad sanitaria aprobar los proyectos relativos a la construcción de cualquier obra pública o particular destinada a la:

b) evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza. Antes de poner en explotación las obras mencionadas, ellas deben ser autorizadas.

El artículo 73, por su parte, prohíbe la descarga de las aguas servidas a ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos

Relación con el Proyecto

Durante las tres etapas del proyecto (construcción, operación y cierre) se generarán aguas servidas domésticas, principalmente en el área de campamento e instalación de faenas, así también en las plataformas de construcción de pozos profundos y en los frentes donde se construyan pozos de gradiente .

Respecto del campamento e instalación de faenas se proveerá un sistema de tratamiento en base a una planta de tratamiento móvil o compacta. Las instalaciones móviles de construcción de pozos de gradientes y las plataformas de perforación contemplan la provisión de baños químicos en las cantidades requeridas según la normativa vigente.

Cumplimiento

Las aguas servidas de los baños químicos serán retiradas por una empresa especializada. Se implementarán los baños químicos en la cantidad que corresponda según la normativa vigente (D.S. 594/00 del MINSAL), cuyos residuos serán retirados como mínimo 3 veces por semana. No se descargarán residuos líquidos domésticos a cauces superficiales de agua.

Las aguas servidas del campamento e instalación de faenas serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas servidas compacta y el efluente será dispuesto en cauce natural o bien en estanques cerrados para ser retirados en forma periódica y dispuestos por una empresa autorizada de la I Región.

Norma: DS Nº 594/99. Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de Trabajo
Fecha de Publicación: 15 de Septiembre de 1999
Ministerio: Salud

Materia

Se señala en el artículo 15 que aquellas faenas o campamentos de carácter transitorio donde no existe servicio de agua potable, la empresa deberá mantener un suministro de agua potable igual, tanto en cantidad como en calidad, a lo establecido en los artículos 13 y 14 de este reglamento, por trabajador y por cada miembro de su familia.

2) El artículo 24 de dispone que en aquellas faenas temporales en que por su naturaleza no sea materialmente posible instalar servicios higiénicos conectados a una red de alcantarillado, el empleador deberá proveer como mínimo de una letrina sanitaria o baño químico. El transporte, habilitación y limpieza de éstos será de responsabilidad del empleador

Relación con el Proyecto

1) Tanto en la etapa de construcción, como de operación y cierre, se requiere de abastecimiento permanente de agua potable para los trabajadores, para ello se han dispuesto un sistema fijo en el campamento e instalación de faenas, en base a un estanque elevado de 10 m3 de capacidad que será abastecido por un camión aljibe de una empresa autorizada, así también en el mismo campamento, instalación de faenas., frente de construcción de pozos de gradientes y frentes de plataformas de construcción de pozos profundos se dispondrá suministro de agua potable en bidones.

2) Durante las tres etapas del proyecto (construcción, operación y cierre) se generarán aguas servidas domésticas, principalmente en el área de campamento e instalación de faenas, así también en las plataformas de construcción de pozos profundos y en los frentes donde se construyan pozos de gradiente .

3) Respecto del campamento e instalación de faenas se proveerá un sistema de tratamiento en base a una planta de tratamiento móvil o compacta. Las instalaciones móviles de construcción de pozos de gradientes y las plataformas de perforación contemplan la provisión de baños químicos en las cantidades requeridas según la normativa vigente

Cumplimiento

1) El agua potable para los trabajadores será abastecida a través camiones aljibes y dispensadores ubicados en distintos puntos de las faenas (campoamento, instalación de faenas, plataformas y perforaciones de pozos de gradientes) para lo cual el servicio contratado con una empresa autorizada.

2) Las aguas servidas de los baños químicos serán retiradas por una empresa especializada. Se implementarán los baños químicos en la cantidad que corresponda según la normativa vigente (D.S. 594/00 del MINSAL), cuyos residuos serán retirados como mínimo 3 veces por semana. No se descargarán residuos líquidos domésticos a cauces superficiales de agua.

Las aguas servidas del campamento e instalación de faenas serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas servidas compacta y el efluente será dispuesto en cauce natural o bien en estanques cerrados para ser retirados en forma periódica y dispuesto por una empresa autorizada de la I Región.

Norma: Decreto Nº 236. Reglamento General de Alcantarillados Particulares y sus modificaciones
Fecha de Publicación: 23 de mayo de 1926
Ministerio: Higiene, Asistencia, Previsión Social y Trabajo

Materia

Este Decreto se refiere a la manera de disponer de las aguas servidas caseras, en las ciudades, aldeas, pueblos, caseríos u otros lugares poblados de la República.

Se entiende por aguas servidas caseras las provenientes de los excusados, urinarios, baños, lavaderos de ropa, botaguas, lavaplatos u otros artefactos sanitarios domésticos y, en general, cualquier agua que contenga substancias excrementicias u orinarias, residuos de cocina o desperdicios humanos de cualquier naturaleza.

Todo edificio público o particular, urbano o rural, que se construya en lo sucesivo y cuyas aguas servidas caseras no puedan, por cualquier causa, ser descargadas a alguna red cloacal pública, deberá dotarse de un alcantarillado particular destinado a disponer de dichas aguas servidas en tal forma que no constituyan una molestia o incomodidad, o un peligro para la salubridad pública.

Relación con el Proyecto

Respecto del campamento e instalación de faenas se proveerá un sistema de tratamiento en base a una planta de tratamiento móvil o compacta. Las instalaciones móviles de construcción de pozos de gradientes y las plataformas de perforación contemplan la provisión de baños químicos en las cantidades requeridas según la normativa vigente

Cumplimiento

Las aguas servidas del campamento e instalación de faenas serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas servidas compacta y el efluente será dispuesto en cauce natural o bien en estanques cerrados para ser retirados en forma periódica y dispuestos por una empresa autorizada de la I Región.

Las aguas servidas de los baños químicos dispuestos en las Plataformas de perforación de pozos profundos y frentes de perforación de pozos de gradiente, serán retiradas por una empresa especializada. Se implementarán los baños químicos en la cantidad que corresponda según la normativa vigente (D.S. 594/00 del MINSAL), cuyos residuos serán retirados como mínimo 3 veces por semana. No se descargarán residuos líquidos domésticos a cauces superficiales de agua.

Norma: DS Nº 735. Reglamento de agua destinados para consumo humano
Fecha de Publicación: 19 de diciembre de 1969
Ministerio: Salud

Materia

El artículo 1º establece que todo servicio de agua potable deberá proporcionar agua de buena calidad en cantidad suficiente para abastecer satisfactoriamente a la población que le corresponde atender, debiendo además asegurar la continuidad del suministro contra interrupciones ocasionadas por fallas de sus instalaciones o de su explotación.

En cuanto a la calidad del agua, establece concentraciones máximas de sustancias o elementos químicos que pueda contener el agua para consumo humano y establece procesos de tratamiento para que el agua sea considerada apta para el consumo humano. La provisión de agua potable durante estas dos fases se realizará mediante camiones aljibes. La que se acumulará y guardará en estanques de aislados de los elementos del medio.

Relación con el Proyecto

El proyecto contempla la construcción de un estanque de acumulación para la provisión de agua potable que será utilizada en baños (estanques y duchas) y para el lavado de artículos y aseo de cocina. El agua para beber será dispuesta en bidones provistos por una empresa autorizada.

Cumplimiento

El cumplimiento de esta norma se efectuará mediante el transporte de agua potable en un camión aljibe dispuesto por una empresa autorizada en la comuna de Colchane, para ser almacenada en un estanque elevado de 10 m³ en el sitio del campamento e instalación de faenas

Norma: DS Nº 11. Norma Chilena 409, Requisitos de agua potable
Fecha de Publicación: 03 de marzo de 1984
Ministerio: Salud

Materia

Esta Norma Técnica establece los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

La Norma se aplica al agua potable proveniente de cualquier sistema de abastecimiento.

Relación con el Proyecto

Tanto en la etapa de construcción, como de operación y cierre, se requiere de abastecimiento permanente de agua potable para los trabajadores, para ello se han dispuesto un sistema fijo en el campamento e instalación de faenas, en base a un estanque elevado de 10 m3 de capacidad que será abastecido por un camión aljibe de una empresa autorizada, así también en el mismo campamento, instalación de faenas., frente de construcción de pozos de gradientes y frentes de plataformas de construcción de pozos profundos se dispondrá suministro de agua potable en bidones.

Cumplimiento

El agua potable que será provista dará cumplimiento a los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en esta normativa.

Norma: D.F.L. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas
Fecha de Publicación: 29 de octubre de 1981
Ministerio: Obras Públicas, Dirección General de Aguas

Materia

Artículo Nº 41. El proyecto, construcción y financiamiento de las modificaciones que fuere necesario realizar en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general, serán de responsabilidad y de cargo de quienes las ordenen.

Se entenderá por modificaciones no sólo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento.

La operación y la mantención de las nuevas obras seguirán siendo de cargo de las personas o entidades que operaban y mantenían el sistema primitivo. Si la modificación introducida al proyecto original implica un aumento de los gastos de operación y mantención, quien la encomendó deberá pagar el mayor costo.

El artículo Nº 171 del Código de Aguas exige autorización de la Dirección General de Aguas para modificaciones que se realicen en los cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general.

Articulo Nº 92. Prohíbese botar a los canales substancias, basuras, desperdicios y otros objetos similares, que alteren la calidad de las aguas.

Será responsabilidad de las Municipalidades respectivas, establecer las sanciones a las infracciones de este artículo y obtener su aplicación.

Relación con el Proyecto

El proyecto contempla la construcción de dos estructuras de cruce del cauce del estero Puchuldiza.

Cumplimiento

Se contempla su cumplimiento solicitando los permisos correspondientes, evitando eliminar residuos de cualquier naturaleza en las aguas de los cauces a intervenir y evitando la contaminación de sus aguas.

3.2.5 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

Norma: DS. Nº 379/1985, Aprueba Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios.
Fecha de Publicación: 1 de Marzo 1986
Ministerio: Economía, Fomento y Reconstrucción

Materia

El D.S. N°379 establece las medidas de seguridad que se deben adoptar en terrenos particulares donde se almacenen y manipulen combustibles líquidos derivados del petróleo, cuyo fin último es el consumo propio, clasificados según el decreto N° 278 de 1982, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y tiene por objeto evitar, en lo posible, los riesgos derivados de dichas operaciones.

Para el almacenamiento de estanques de combustibles sobre 1,1 m3, previamente a su puesta en servicio, estas instalaciones deberán ser inscritas en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, para lo cual se deberá acompañar un plano de ubicación del almacenamiento, indicando su capacidad, clase de combustibles, distancias de seguridad a las construcciones propias y de terceros, vías públicas, etc., y una declaración de conformidad del almacenamiento con lo dispuesto en el presente Reglamento. Se deberá contar con un Reglamento interno de Seguridad, el que deberá ser comunicado a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, como también contar con el personal preparado para actuar en casos de emergencia.

Relación con el Proyecto

Los combustibles requeridos por los equipos e instalaciones corresponden a diesel, gasolina y gas licuado, y serán provistos mediante los respectivos contratos de suministro con contratistas autorizados para transporte, almacenamiento, distribución o entrega en la comuna de Colchane.

Equipos generadores, motores y maquinaria utilizarán petróleo Diesel, estimándose un consumo de 1.600 l/día para el periodo de mayor consumo (correspondiente al mes 9 que presenta simultaneidad de frente de pruebas de pozo A y construcción de pozo profundo B).

El suministro lo ejecutan empresas autorizadas mediante camiones cisterna desde Iquique con una frecuencia semana de un camión de 10.000 litros.

Cumplimiento

GGE Chile supervisará el cumplimiento de la normativa aplicable por parte del contratista, a efectos de cumplir con el presente Decreto, y se registrarán los estanques ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Norma: DS. Nº 90, Aprueba Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio Al público de combustibles líquidos derivados del Petróleo
Fecha de Publicación: 5 de Agosto de 1996
Ministerio: Economía, Fomento y Reconstrucción

Materia

Fija los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de combustibles líquidos derivados del petróleo, como también los requisitos mínimos de seguridad que se deben observar en las operaciones que se realicen con dichos combustibles, con el fin de resguardar a las personas y los bienes, y preservar el medio ambiente.

Relación con el Proyecto

Los combustibles requeridos por los equipos e instalaciones corresponden a diesel, gasolina y gas licuado, y serán provistos mediante los respectivos contratos de suministro con contratistas autorizados para transporte, almacenamiento, distribución o entrega en la comuna de Colchane.

Equipos generadores, motores y maquinaria utilizarán petróleo Diesel, estimándose un consumo de 1.600 l/día para el periodo de mayor consumo (correspondiente al mes 9 que presenta simultaneidad de frente de pruebas de pozo A y construcción de pozo profundo B).

Cumplimiento

GGE Chile supervisará el cumplimiento de la normativa aplicable por parte del contratista, a efectos de cumplir con el presente Decreto, y se registrará el estanque ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Además, el diseño de los estanques y los procedimientos de manejo cumplirán con lo establecido en este Decreto y se elaboran los respectivos Reglamentos de Seguridad los que serán debidamente presentados a la autoridad.

NORMA: DS. 222/96 Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
Reglamento de Instalaciones interiores de gas
D.O. 25.04.96, Mod por DS. Nº78 de 1998.

Materia

Tiene por objeto establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones interiores de gas de las construcciones y edificios, con el fin de resguardar la seguridad de las personas y de los bienes.

Es aplicable al gas de red y al gas suministrado en envases a presión, correspondiendo específicamente a los siguientes tipos de gas: gas de ciudad, gases licuados de petróleo, y gas natural y establece que se deberá presentar a la SEC una Declaración de la Instalación

En este sentido cabe citar el Oficio Circular Nº 4396/97, Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) que establece la obligatoriedad de declarar en la SEC las instalaciones interiores de gas industriales, a objeto de fiscalizar que el uso de este recurso energético no constituya peligro para las personas.

Relación con el Proyecto

El proyecto contará con estufas empotradas de gas licuado para calefacción de dormitorios del campamento.

Cumplimiento

Las instalaciones de gas y red de cañerías al interior de las diferentes dependencias del campamento serán responsabilidad del Titular del Proyecto, para lo cual se presentará a la SEC una Declaración emitida por un profesional competente.

3.2.6 PATRIMONIO CULTURAL, ARQUEOLÓGICO Y PAISAJE

Norma: Ley Nº 17.288 y D.S. Nº 484, Ley sobre Monumentos Nacionales y su reglamento
Fecha de Publicación: 4 de Febrero de 1970 y 2 de Abril de 1991, respectivamente
Ministerio: Educación

Materia

1) El artículo 21 señala que por el sólo ministerio de la ley son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado, los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antropoarqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional, incluidas las piezas paleontológicas.

2) El artículo 9 de la Ley 17.288 señala que son Monumentos Históricos "los lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, sean declarados tales por decreto supremo, dictado a solicitud y previo acuerdo del Consejo".

3) El artículo 26 de la ley señala que, independientemente del objeto de la excavación, toda persona que encuentre ruinas, yacimientos, piezas u objetos de carácter histórico, antropológico o arqueológico, está obligada a denunciarlo inmediatamente al Gobernador de la Provincia, quien ordenará que Carabineros se haga responsable de su vigilancia hasta que el Consejo se haga cargo de los hallazgos.

Por su parte, el Reglamento de la Ley de Monumentos Nacionales, establece que los objetos o especies procedentes de excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas o paleontológicas, pertenecen al Estado. Su tenencia será asignada por el Consejo de Monumentos Nacionales a aquellas instituciones que aseguren su conservación, exhibición y den fácil acceso a los investigadores para su estudio.

Relación con el Proyecto

La prospección arqueológica realizada en el área de proyecto permitió registrar la presencia en superficie de 28 sitios arqueológicos reconocidos como monumentos por esta norma. La mayoría correspondientes a ocupaciones de Cazadores del Período Arcaico. Cuentan campamentos extensos abiertos, algunos protegidos en Aleros o Cuevas, así como locus de talla lítica aislados y Avistaderos.

La presencia del período Alfarero, es menor y se concentra en las estancias de Puchuldiza y Lupe, que se ocupan esporádicamente, hasta la actualidad. De manera general, se puede decir que el área donde se desarrollara el proyecto presenta una baja obstrusividad y los sitios arqueológicos excelente visibilidad.

Cumplimiento

Dados los resultados de los estudios arqueológicos, se han delimitado los sectores en los cuales se proyecta la instalación de faenas, campamentos, plataformas de perforiación de pozos profundos y puntos de perforación de pozos de gradientes; de tal forma que todas las intervenciones sean realizadas en áreas distintas a los lugares de interés señalado por el especialista Arqueólogo. En forma previa al ingreso de maquinarias y vehículos de obra en cada frente de trabajo se solicitará la presencia de un especialista para liberar los sitios a intervenir, acreditando el cumplimiento de la normativa..

Norma: Ley Nº 19.253 y DS Nº 67. Establece Norma sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea CONADI, Declara Área de Desarrollo Indígena Territorio denominado "Jiwasa Oraje", respectivamente.
Fecha de Publicación: 5 de Octubre de 1993 y 9 de mayo del 2001.
Ministerio: Planificación y Cooperación

Materia

Establece normas de reconocimiento a pueblos indígenas, protección y conservación de sus tierras.

Es deber de la sociedad en general y del Estado en particular, proteger y promover el desarrollo de los indígenas, sus culturas, familias y comunidades, adoptando las medidas adecuadas para tales fines y proteger las tierras indígenas, velar por su adecuada explotación, por su equilibrio ecológico propender a su ampliación.

El artículo 26 de la ley Nº19.253 declara ADI el espacio territorial denominado "Jiwasa Oraje", que integra parte del territorio de las comunas de Colchane, Huara, Pica y Pozo Almonte, en la Provincia de Iquique, I región de Tarapacá.

La declaración del Área de Desarrollo Indígena dispuesta en el Decreto Nº 67, tiene por finalidad la focalización de la acción que de conformidad a la ley, corresponde desarrollar a los organismos de la administración del Estado en beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades.

Relación con el Proyecto

El área de concesión del proyecto se ubica dentro de Área señalada, específicamente en el sector de Puchuldiza, comuna de Colchane.

Cumplimiento

Durante la ejecución del proyecto, se velará por dar cabal cumplimiento a la normativa, no existirá afectación de tierras ni de población indígena y tanto los trabajos previos y por realizar son debidamente informados y autorizados por la comunidad correspondiente (Mauque – Puchuldiza).

Norma: DL Nº 1224 y Resolución Nº 560. Crea el Servicio Nacional de Turismo y declara ZOIT, un área de la Comuna de Colchane, respectivamente
Fecha de Publicación: 8 de Noviembre de 1975 y 20 de mayo del 2008, respectivamente
Ministerio: Hacienda y SERNATUR, respectivamente

Materia

El Art. 11° Las áreas del territorio que tengan condiciones especiales para la atracción del turismo, podrán ser declaradas Zonas o Centros de Interés Turístico Nacional. A contar de la fecha de publicación de la resolución que

declare Zona o Centro de Interés Turístico Nacional un área determinada del territorio, todas las actividades que se desarrollen en dicha área 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, en coordinación con los organismos y servicios públicos competentes.

Dicho plan será aprobado por decreto supremo a proposición del Servicio Nacional de Turismo y publicado en el Diario Oficial. Sin embargo, el Servicio Nacional de Turismo ante la presentación de proyectos específicos de inversiones en Zonas o Centros de Interés Turístico, cuyo plan de ordenamiento no se encuentre aprobado, deberá pronunciarse sobre ellos en un plazo no superior a 45 días.

Relación con el Proyecto

La Concesión se encuentra emplazada dentro de un área protegida, de acuerdo a lo señalado en la RES. Nº 560 del SERNATUR, específicamente en Puchuldiza, perteneciente a la Comuna de Colchane.

Cumplimiento

De acuerdo a lo preceptuado en el articulo 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.

Sobre el particular debe indicarse que dicho Plan de Ordenamiento no ha sido elaborado ni aprobado, por lo que el titular del proyecto no podría entonces infringir las normas del referido Plan, la que por lo mismo no se encuentra operativa.

No obstante, las obras planificadas del proyecto, no atentan contra el objeto de protección de dicha ZOIT, por cuanto las obras de infraestructura proyectadas no obstaculizan el destino ni la realización de actividades de naturaleza turística en el campo de geysers de Puchuldiza, no afectarán el valor valor arqueológico, ecológico y paisajístico del sector, por cuanto las obras y actividades se establecen en los sectores que no cuentan con visitación o atractivos de naturaleza termal.

3.2.7 SUELO Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Norma: DFL Nº 485, Ley General de Urbanismo y Construcciones
Fecha de Publicación: 13 de abril de 1976
Ministerio: Vivienda

Materia

De acuerdo al artículo 55º de la LGUC fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado.

Corresponderá a la Secretaría Regional de la Vivienda y Urbanismo respectiva cautelar que las subdivisiones y construcciones en terrenos rurales, con fines ajenos a la agricultura, no originen nuevos núcleos urbanos al margen de la planificación urbana-regional.

Los Campamentos, aunque sean de carácter temporal, respetarán y cumplirán todas las indicaciones establecidas en la Ley General de Urbanismo y Construcciones, Actualizada por Ley 20.016/2005 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Decreto Supremo Nº47/1992 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en aquellas temáticas relativas a la construcción, seguridad, habitabilidad, y acondicionamiento térmico y acústico que los dormitorios deberán contar.

Esto en virtud que frente al tema de los campamentos, ya sean como parte de una instalación de faenas, y/o obras de carácter provisorio, definidos como contenedores que albergan personas por un tiempo determinado, y que contienen dormitorios, baños, comedores, entre otras dependencias, constituyen recintos habitables que deben cumplir con las normas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza General y con todas las normas de seguridad, evacuación, habitabilidad y exigencias de urbanización correspondiente.

Por otra parte, el artículo 124 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, establece que el Director de Obras Municipales podrá autorizar la ejecución de construcciones provisorias por una sola vez, hasta por un máximo de tres años, en las condiciones que determine en cada caso.

Relación con el Proyecto

El Proyecto requiere habilitar un campamento e instalación de faenas para un máximo de 30 operarios, el que está situado aproximadamente 700 m al SW de la localidad de Lupe..

Cumplimiento

No aplica en el presente EIA el permiso establecido en el Artículo Nº 96 del Reglamento del SEIA referido al Cambio de Uso de Suelo, debido a que el proyecto no contempla construcciones ni edificaciones de carácter permanente; no obstante el Titular tramitará sus correspondientes permisos de obra provisoria ante la Dirección de Obras Municipales correspondiente, quien deberá fiscalizar el cumplimiento de la normativa vigente.

3.2.8 FLORA, FAUNA Y BIODIVERSIDAD

Norma: Ley Nº 19.473 y DS Nº5. Modificado este último por DS Nº 53/03, Ley de Caza y su Reglamento
Fecha de Publicación: 27 de Septiembre de 1996 y 7 de Diciembre de 1998
Ministerio: Agricultura

Materia

Regula la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las especies y los recursos hidrobiológicos, cuya preservación se rige por la ley Nº18.892 General de Pesca y Acuicultura. Cuyo texto fue refundido por Decreto Supremo Nº430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

De acuerdo al artículo 3º, se prohíbe en todo el territorio de la nación la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras y escasamente conocidas, así como

las especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas.

Además, el artículo 5 prohíbe en toda época levantar nidos, destruir madrigueras o recolectar huevos y crías, con excepción de las especies declaradas dañinas.

Por último, de acuerdo al artículo 7, se prohíbe la caza o captura en y desde caminos públicos

Relación con el Proyecto

Del levantamiento de la fauna involucrada en la superficie del proyecto, se determinó que desde el punto de vista del estado de conservación 14 de las 22 especies nativas descritas se encuentran bajo categoría de conservación.

Cumplimiento

El proyecto no considera intervenciones sobre componentes de fauna y formaciones vegetaciones relevantes del área de proyecto. GGE Chile, exigirá a la empresa contratista establecer las restricciones necesarias, para vigilar y proteger que la flora y/o fauna no se vean afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto. En este sentido, se hará cumplir a todas las personas involucradas en el proyecto, los artículos 3, 5 y 7 de la Ley de Caza.

3.2.9 VIALIDAD Y TRANSPORTES

Norma: DS Nº158. Fija el Peso Máximo de los Vehículos que pueden Circular por Caminos Públicos
Fecha de Publicación: 7 de Abril de 1980
Ministerio: Obras Públicas

Materia

Con el objeto de evitar el deterioro prematuro del pavimento de calles y caminos, la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas por medio del presente Decreto Supremo, estableció los límites de peso máximo por ejes con que los vehículos de carga podrán circular por los caminos del país. Asimismo, establece que para transportar carga indivisible con peso bruto superior a 45 toneladas debe solicitar permiso especial en la Dirección de Vialidad.

Relación con el Proyecto

En la etapa de construcción del Proyecto se requerirá del transporte de estructuras y equipos de la torre de perforación de pozos profundos por vías públicas cuyo peso, no obstante no superará las 45 Ton.
Cumplimiento

El transporte de maquinarias y equipos se realizará con estricta sujeción a este Decreto. En caso que se requiera el transporte de equipos o maquinarias que superen los pesos máximos establecidos se solicitará permiso a la Dirección de Vialidad conforme lo establecido en el D.S. Nº19/84, del Ministerio de Obras Públicas y sus modificaciones.

Norma: Resolución Nº1. Fija Establece dimensiones máximas a vehículos que indica
Fecha de Publicación: 21 de enero de 1995

Ministerio: Transporte y Telecomunicaciones.

Materia

Establece que los vehículos que circulen en la vía pública no podrán exceder de las dimensiones que indica, en cuanto al ancho, largo y alto máximo. La Dirección de Vialidad podrá autorizar, en casos calificados, la circulación de vehículos que excedan las dimensiones establecidas como máximas, autorización que deberá ser comunicada a Carabineros de Chile.

Relación con el Proyecto

El transporte de equipos para la construcción de las plataformas de pozos profundos de exploración geotérmica involucran aproximadamente 40 viajes de camiones que en parte del trayecto ocuparán la Ruta CH 15 hasta el acceso a Mauque y Puchuldiza.

Cumplimiento

Los camiones a utilizar en forma contínua por el proyecto se ajustarán a las dimensiones límite establecidas en este reglamento, no pudiendo exceder las siguientes dimensiones, descontando los espejos retrovisores exteriores y sus soportes.

En el caso de transporte de algunas piezas y equipos de la etapa de construcción), que por su tamaño y/o peso, impliquen el exceso de las medidas señaladas, se solicitará la autorización correspondiente a la Dirección de Vialidad y se acordarán las medidas de seguridad a adoptar en cada caso.

3.3 PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

De acuerdo con lo indicado en el Título VII del Reglamento del SEIA, el Estudio de Impacto Ambiental debe identificar los permisos ambientales sectoriales aplicables al proyecto, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales para acreditar su cumplimiento.

De acuerdo a las obras del proyecto, a este le son requeridos los siguientes dos Permisos Ambientales Sectoriales:

PAS Artículo 91:

En 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. Nº 725/67, Código Sanitario, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

a) En caso de disposición de las aguas por infiltración:
a.1. La profundidad de la napa en su nivel máximo de agua, desde el fondo del pozo filtrante.
a.2. La calidad del terreno para efectos de determinar el índice de absorción.
a.3. La cantidad de terreno necesario para filtrar.

a.4. La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas.

b) En caso que las aguas, con o sin tratamiento, sean dispuestas en un cauce superficial:
b.1. La descarga del efluente en el cauce receptor.
b.2. La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas.
b.3. Las características hidrológicas y de calidad del cauce receptor, sus usos actuales y previstos.

c) En casos de plantas de tratamiento de aguas servidas:
c.1. La caracterización físico-química y microbiológica del caudal a tratar.
c.2 El caudal a tratar.
c.3. Caracterización físico-química y bacteriológica del efluente tratado a descargar al cuerpo o curso receptor.
c.4. La caracterización y forma de manejo y disposición de los lodos generados por la planta.

PAS Artículo 106:

En 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. Nº 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas ambientales adecuadas, en consideración a:

a) La presentación de un croquis de ubicación general.

b) La presentación de un plano de planta del sector modificado que comprenda, a lo menos, cien metros antes y cien metros después del sector modificado.

c) La presentación de un perfil longitudinal de todo el tramo antes indicado.

d) La presentación de un perfil transversal de la sección típica y de la sección crítica del cauce a modificar.

e) La presentación de un perfil transversal de la sección típica y de la sección crítica del cauce proyectado.

f) La indicación de las obras de arte, si las hubiera, en el tramo a modificar.

g) La descripción de las obras proyectadas; y

h) La presentación de la memoria técnica que contenga los cálculos hidráulicos necesarios, incluyendo, a lo menos, el cálculo de la capacidad máxima que posee el cauce sin la modificación y el cálculo de la capacidad máxima del cauce modificado.

El desarrollo de los contenidos requeridos de ambos permisos se entrega en los Anexos A y B del Capítulo 3 del presente EIA.

d. **Microalgas planctónicas (Fitoplancton)**

El ensamble de microalgas planctónicas del área de estudio se presenta en la Tabla Nº 5-42.

La flora de microalgas planctónicas del área de estudio estuvo compuesta por 41 taxa. El mayor valor de riqueza de taxa en el área de estudio fue medido en las estación E2 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres), E4 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y E6 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) en donde se detectaron entre 16 y 18 taxa. Por el contrario, en la estación E3 (Vertiente afluente a estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) se obtuvo la menor riqueza de taxa de microalgas planctónicas y se midió un valor de ya que se detectaron 6 taxa.

Los taxa más frecuentes en el área de estudio fueron *Achnanthes* sp., *Amphora* sp1, *Denticula subtilis*, *Fragilaria brevistriata*, *Navicula salinicola*, *Nitzschia valdecostata*, los que fueron encontrados en 4 y 5 estaciones de muestreo (Tabla Nº 5-42).

El promedio de densidad total de microalgas planctónicas en el área de estudio fue 4.105.214 cel/l, valor que varió desde un mínimo de 192.214 cel/l medido en la estación E5 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) hasta 13.705.714 cel/l medido en la estación E1 (Vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres.

El taxa con mayor densidad en el área de estudio fue *Fragilaria capucina v vaucheriae*, cuyo valor de densidad fue 4.345.714 cel/l, encontrado en la estación E1 (Vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres. En cambio, el menor valor de densidad en el área de estudio fue 8357 cel/l, el cual fue presentado por los taxa *Adlafia minuscula* encontrado en la estación E5 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres.

El valor promedio de diversidad biológica de fitoplancton en el área de estudio fue 2,649 bits, el cual fluctuó entre 2,256 bits medido en la estación E4 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y 3,203 bits medido en la estación E5 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres.

Tabla Nº 5-42 Composición y densidad (cel/l) de fitoplancton. Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Achnanthes sp		390000	100286	515357	33429	367714
Achnanthidium minutissimum						25071
Adlafia minuscula				27857	8357	
Amphora acutiuscula		27857		41786		
Amphora atacamae				13929	8357	
Amphora sp1		97500	41786	69643	16714	75214
Amphora sp2		41786		27857		8357
Amphora veneta		13929				16714
Brachysira atacamae		111429				
Caloneis bacillum	167143					
Cocconeis placentula v euglypta					41786	58500
Denticula subtilis		724286	66857	2200714	8357	
Denticula valida				27857		
Fragilaria brevistriata		55714	16714	501429	25071	852429

TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Fragilaria capucina v vaucheriae	4345714					
Fragilaria construens f exigua	167143					
Fragilaria construens f subsalina						167143
Fragilaria pinnata	167143		66857	1448571	16714	1487571
Mayamaea atomus					8357	8357
Microcostatus andinus						8357
Navicula atacamana				27857		
Navicula cryptotenella						33429
Navicula lauca				27857		25071
Navicula pseudogracilis		13929				
Navicula salinicola		27857		27857	16714	16714
Nitzschia aff alpina	3008571					
Nitzschia bacillum	1002857		16714			
Nitzschia cf linearis				27857		
Nitzschia cf suchlandtii	2674286					
Nitzschia gracilis	167143					
Nitzschia halloyii		181071				
Nitzschia hungarica		69643				
Nitzschia inconspicua	835714	83571				
Nitzschia ovalis		27857				
Nitzschia palea		13929				33429
Nitzschia pusilla	167143					8357
Nitzschia spp		41786				
Nitzschia valdecostata		222857		55714	8357	8357
Pennada						8357
Planothidium lanceolatum	1002857					
Stauroneis atacamae		13929		13929		
Riqueza (N° de taxa)	**11**	**18**	**6**	**16**	**11**	**18**
Abundancia total (cel/l)	**13705714**	**2158929**	**309214**	**5056071**	**192214**	**3209143**
Diversidad biológica (bytes)	**2,65**	**3,16**	**2,33**	**2,26**	**3,20**	**2,29**
Equidad (adim.)	**0,77**	**0,76**	**0,90**	**0,56**	**0,93**	**0,55**

Fuente: Elaboración propia.

e. **Fauna de organismos planctónicos (Zooplancton)**

El ensamble de individuos planctónicos del área de estudio se presenta en la Tabla Nº 5-43. El zooplancton del área de estudio estuvo compuesto por 10 taxa. El Orden con mayor representación en el área de estudio fue Rotífera, el cual presentó 5 taxa.

El valor promedio de riqueza de taxa de zooplancton por estación fue 3 taxa, valor que varió desde un mínimo de 1 taxa medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 5 taxa medido en la estación E5 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). Secundariamente las estaciones E3, E4 y E6 registraron 4 taxa de organismos planctónicos (Tabla Nº 5-43).

El taxa que registró la mayor frecuencia en el área de estudio fue el taxa bentónico en deriva Chironomidae, el cual fue encontrado en 5 estaciones de muestreo. En cambio, los taxa *Macrothrix* sp., *Euchlanis* sp., *Polyarthra vulgaris* y Eutardigrada fueron detectados solamente en 1 estación de muestreo, siendo los taxa menos frecuentes en el área durante esta prospección.

El valor promedio de densidad total de individuos zooplanctónicos del área de estudio fue 3 ind/l. El valor mínimo de densidad fue 0,1 ind/l y se registró en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres). En cambio, el valor máximo fue 9,2 ind/l, valor medido en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres).

El taxa con mayor densidad en el área de estudio fue el taxa en deriva *Keratella cochlearis*, el cual presentó una densidad de 5,35 ind/l, valor registrado en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres)Por el contrario, los taxa con menor densidad en el área de estudio fueron el taxa en deriva Chironomidae registrado en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) y los taxa *Macrothrix* sp. y *Trichocerca* sp., registrados en la estación E4 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres), la densidad medida para estos taxa fue 0,05 ind/l.

El valor promedio de diversidad biológica en el área de estudio fue 0,360 bits, valor que fluctuó entre un valor mínimo de 0,132 bits, registrado por la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) y un valor máximo de 0,555 bits, medido en la estación E5 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). El menor valor de equitabilidad fue 0,40 adim., y se registró en la estación E4 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). En cambio, el mayor valor de equitabilidad 0,79 adim., fue medido en la estación E5 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres).

Tabla Nº 5-43 Composición y densidad (ind/l) de fauna de organismos planctónicos (zooplancton). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

ORDEN	FAMILIA	TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6
CLADOCERA	MACROTHRICIDAE	*Macrothrix* sp.				0,05		
ROTIFERA	BRACHIONIDAE	*Euchlanis* sp.	0,10					
		Keratella cochlearis		0,50	5,35			
		Keratella gracilenta				1,20	0,20	
	SYNCHAETIDAE	*Polyarthra vulgaris*			1,55			
	TRYCHOCERCIDAE	*Trichocerca* sp.				0,05	0,10	
OTROS	CHIRONOMIDAE	Chironomidae		0,05	0,35	0,10	0,20	1,00
		Eutardigrada						0,35
		Nematoda					1,10	0,15
		Oligochaeta			1,90		0,65	2,80
Densidad total (ind/l)			**0,1**	**0,6**	**9,2**	**1,4**	**2,3**	**4,3**
Riqueza de taxa (Nº de taxa)			**1**	**2**	**4**	**4**	**5**	**4**
Diversidad biológica (H', bits, Shannon)			**-**	**0,132**	**0,463**	**0,243**	**0,555**	**0,408**
Equidad (adim.)			**-**	**0,44**	**0,77**	**0,40**	**0,79**	**0,68**

Fuente: Elaboración propia.

f. Plantas acuáticas (Macrófitas)

En los cuerpos de agua del área de estudio se identificaron tres especias de plantas acuáticas (macrófitas), cuya distribución se indica en la Tabla Nº 5-44 Las tres especies identificadas fueron *Potamogeton* sp.. Estas especies corresponden a especies de hábito hidrófito que se encuentran distribuidas a lo largo de todo Chile (Delgado et al.

2006). La especie que registró mayor frecuencia en el área durante la prospección fue *Potamogeton* sp., la cual fue observada en 5 de las 6 estaciones de muestreo.

Hubo presencia de macrófitas en todas las estaciones de muestreo ubicadas en el estero Puchuldiza y en una de las dos vertientes prospectadas. A pesar que hubo de mediana a alta cobertura de macrófitas, la condición de este ensamble fue subóptima en algunos tramos del estero Puchuldiza, principalmente en el tramo que recibe directamente la descarga de afloramientos provenientes del sector de géiseres. Sin embargo, a medida aumentó la distancia desde este sector, la condición de la flora acuática fue crecientemente mejorando ya que a mayor distancia se detectó un ensamble de flora acuática más abundante y más diversa.

Tabla Nº 5-44 Plantas acuáticas (macrófitas). Estero Puchuldiza. Estudio de limnología. Diciembre de 2009.

FAMILIA	TAXA	NOMBRE COMÚN	ESTACIONES DE MUESTREO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6
Azollaceae	*Azolla filiculoides*	Flor del pato						X
Haloragaceae	*Myriophyllum* sp.	Pinito de agua						X
Potamogetonaceae	*Potamogeton* sp.	Huiro		X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-69 Plantas acuáticas (macrófitas) detectadas en el área de estudio

Vista de Potamogeton sp.



Detalle de Potamogeton sp.



Vista de Myriophyllum sp.

Detalle de Myriophyllum sp.,



Vista de Azolla filiculoides



Detalle de Azolla filiculoides





Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.6 Conclusiones Estudio Limnológico

Los tramos 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, ya que hubo 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 fue crecientemente más favorable en los tramos del estero Puchuldiza ubicados a mayor distancia de la descarga de afloramientos de los géiseres, lo cual permite indicar un efecto desfavorable de la presencia de géiseres sobre la condición de este ensamble biológico en el área de estudio.

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, no tienen aptitud para el riego, ello definido en función de los parámetros: conductividad específica, sólidos disueltos, totales, arsénico, boro, cadmio, cloruro, litio y sodio (porcentual), lo cual ya es condición suficiente para restringir su uso para riego, ello a pesar que el resto de los parámetros de esta norma hayan mostrado concentraciones que permiten el riego irrestricto. La situación con las

vertientes fue diferente. La vertiente afluente al estero Puchuldiza y ubicada aguas arriba del sector de géiseres (estación de muestreo E1 en Figura Nº 5-35) presenta condiciones favorables de calidad de agua que permiten que este recurso sea usado para riego sin restricciones. Sin embargo, 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. Al momento de la prospección hubo varias vertientes cuyo lecho estaba seco por lo que no fue posible caracterizar todos los afluentes del área de influencia del proyecto.

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. Sin embargo, esto puede surgir como consecuencia de factores alternativos a los incluidos en la norma, tales como presencia de alta concentración de metales pesados, altos sólidos disueltos y particulados, altos niveles de conductividad específica y por factores ecológicos tales como la disponibilidad de alimento que usualmente es mayor a menos altitud dentro de las cuencas.

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 géiseres (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 géiseres (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.

5.5 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

5.5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen las principales características demográficas, socioeconómicas y culturales del área de influencia.

La zona donde se inserta el Proyecto de Exploración Geotérmica de Puchuldiza forma parte de un territorio con características especiales. Junto a la presencia del Parque Nacional Volcán Isluga, en la zona aledaña al área de concesión; y la declaración de la comuna entera como Zona de Interés Turístico; las tierras comunales se encuentran adscritas a un régimen de propiedad indígena.

Asimismo, la comuna de Colchane fue clasificada el año 2008 por el CIDEZE (Comité Interministerial de Zonas Extremas) en el tercer lugar de un ranking de las 25 comunas más aisladas de Chile.[2] La mitad de éstas se encuentran en un nivel de aislamiento crítico, es decir, en el primer cuartil del ranking nacional de aislamiento. Dentro de ellas Colchane. Las tres más afectadas representan una superficie de casi el 40% de la región.

Los criterios para este ranking son los siguientes:

- -Físico, relacionado con las características climáticas que condicionan el desarrollo de actividades productivas en función de las mayores o menores fricciones de éstas con el medio;

- -Demográfico, que examina la dispersión de la población y su pertenencia a etnias;

- -Económico, que indica la dependencia de fondos estatales y el nivel de actividades terciarias;

- -De acceso a servicios, que evalúa la accesibilidad a servicios; y

- -Político-administrativo, relacionado con la mayor o menor cercanía de los centros de poder.

Estas particularidades requieren de un abordaje interdisciplinario de este capítulo, y también de una mirada complementaria.

La descripción del medio socio económico se realiza en base al análisis demográfico, los índices demográficos, sociales, económicos, de salud y de ocupación laboral que aportan información relevante sobre la calidad de vida a nivel regional y comunal. El análisis de los componentes culturales se efectúa transversalmente, incorporando estas dimensiones al texto de manera de interpretar la información estadística y los datos empíricos a la luz de una perspectiva antropológica.

- **Objetivo**

1) Identificar un Área de Influencia Directa e Indirecta respecto del Proyecto.
2) Describir y analizar las principales características demográficas, socioeconómicas y culturales del área de influencia del Proyecto

Esta línea base sobre el medio ambiente humano se complementa con el capítulo de Participación Ciudadana Temprana que se incluye en este EIA.

[2] En la Región de Tarapacá, de 7 comunas, 6 de ellas resultaron indicadas en el ranking. Colchane encabeza el índice de aislamiento regional

A partir del análisis de antecedentes de este capítulo, adelantaremos la definición de las áreas de Influencia, tanto Directa como Indirecta, específicamente para los temas sociales, económicos y culturales. Estos datos nos permitirán identificar las zonas que el Proyecto debe considerar influyendo tanto en lo geográfico como en aspectos culturales; como base de un análisis posterior sobre los tipos de impacto posibles de causar; y las consecuentes formas de prevenir, compensar y o mitigar los impactos.

Desde una perspectiva socioeconómica, cultural y política administrativa, hemos definido como **Área de Influencia Directa** a la comuna de Colchane. Las localidades consideradas por el estudio –desde diferentes ámbitos- son las siguientes: Colchane, Cariquima, Ancuaque, Isluga, Cotasaya, Central Citani, Escapiña, Enquelga, Quebe, Puchuldiza, Mauque, Lupe, Pisiga Choque, Pisiga Centro, Pisiga Carpa.

Si bien el proyecto espera instalarse en algún área dentro del polígono de la concesión geotérmica; y esta concesión coincide al menos en parte con los territorios de la comunidad indígena Mauque-Puchuldiza; consideramos que existen antecedentes de distinta naturaleza para establecer un área de influencia mayor que la mencionada concesión.

1. La propiedad de la tierra en la zona de concesión no es del todo unívoca, pudiendo existir superposiciones; en su mayoría los ¨dueños¨ debieran estar hoy habitando en alguna de las localidades de la comuna, por más ¨alejadas¨ del área de concesión que estas aparezcan.
2. Es importante respetar la estructura política y administrativa de la comuna de Colchane, considerando el interés de la autoridad edilicia, así como la definición de la autoridad nacional como ¨territorio especial aislado¨, toda vez que la comuna posee una fuerte importancia estratégica en la zona por ser frontera; y toda actividad económica que se instale en la comuna debe tender a conciliar intereses comunes a fin de contribuir al bienestar colectivo para tan importante zona.
3. Una tercera razón es de orden antropológico; y respeta la espacialidad aymara, la división territorial tradicional que coexiste con la división administrativa pero la supera en el sentido de que establece dos parcialidades (Sayas) que deben ser siempre complementarias y recíprocas, de acuerdo con la cosmovisión aymara.

   Esta noción de territorio se asocia además con una forma de trabajo y organización social de corte comunitario, en que cada localidad se organiza de manera autónoma pero a la vez existe relación entre las mismas y un sentido de unidad territorial; un fuerte elemento identitario común, cual es un origen simbólico que se expresa, por ejemplo, en las fiestas religiosas y del carnaval.

   En este sentido, toda la espacialidad, y no sólo las localidades, deben considerarse (caminos, bofedales, cerros sagrados) dentro del área, en consideración a estas interacciones territoriales.

Desde una perspectiva demográfica, se define como **Área de Influencia Indirecta** a la Provincia de Tamarugal, específicamente las comunas de Colchane y Huara, considerando los contextos geográficos y económicos amplios en que se inscribe el área de influencia directa y los proyectos de desarrollo e inversión pública y/o privada, que pretenden ampliar la conectividad de la Comuna de Colchane y mejorar sus condiciones de vida.

La comuna de Colchane representa una zona vulnerable pero con grandes potencialidades tanto económicas como estratégicas para la Región. Desde la perspectiva de sus habitantes, la comuna se encuentra dentro de un complejo socioeconómico y cultural con características peculiares pero cuya dinamicidad es evidente.

Las acciones de desarrollo comunal deben ser vistas a la luz de los desarrollos de las zonas más amplias con un criterio respetuoso de la verticalidad de la economía; considerando las tierras de la precordillera, la zona urbana y la

costa; ello en consideración con el desarrollo local de las comunidades aymara como también de la comunidad provincial.

5.5.2 METODOLOGÍA

La metodología de recolección de información para esta línea base consistió en una revisión bibliográfica, recopilación de datos estadísticos a través de fuentes secundarias tales como en Censo 2002, INE, Encuesta Casen, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Además se realizó un levantamiento de información en terreno, con metodología y técnicas de las ciencias sociales, que se puede sintetizar en la tabla siguiente.

Tabla Nº 5-45 Estructura Metodológica Levantamiento de Información

FEBRERO 2010	METODOLOGÍA	OBJETIVOS	LOGROS
Semana 1, 3 y 4	Entrevistas semiestructuradas	Identificar discurso y posiciones de actores clave desde la perspectiva institucional formal y tradicional dentro de diversos niveles. Se visita la zona del área de influencia y la capital regional, Iquique	Conocimiento de mapa de actores relevantes a nivel regional, comunal y local Matriz de Actores y Posiciones frente a Proyecto Identificación de aspectos socioculturales
Semana 3 y 4	Etnografía	Carnaval de Isluga Feria de Cariquima Encuentro Evangélico Pentecostal en Enquelga Tambo Andino en Iquique	Identificación de actores clave dentro de las comunidades Identificación de patrones de religosidad, organización social y del poder político dentro de las comunidades. Identificación de elementos de difusión cultural desde la perspectiva de los organizadores y participantes de las Fiestas y Ferias Costumbristas.
Semana 1, 3 y 4	Inspección visual y registro	Obtener y georreferenciar registro de infraestructura de poblados del Área de Influencia del Proyecto	Catastro de infraestructura básica de poblados

Fuente: Elaboración propia.

El listado de entrevistados en estos diversos trabajos de campo es el que muestra la tabla siguiente.

Tabla Nº 5-46Listado Entrevistados

ENTREVISTADO	ORGANIZACIÓN Y CARGO	LOCALIDAD / COMUNA
Teófilo Mamani	Alcalde Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Doris Mamani	Concejal Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Fermín Estika	Encargado Departamento Social Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Dev Thadani	Encargado (s) Departamento Educación Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Jorge Inostroza	Encargado Departamento Proyectos Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane

ENTREVISTADO	ORGANIZACIÓN Y CARGO	LOCALIDAD / COMUNA
Boris Tepe	Agrónomo Programa Prodesal Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Paulo Vera	Veterinario Programa Prodesal Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Maricel Coba	Encargado Departamento Finanzas Ilustre Municipalidad de Colchane	Colchane
Manuel Nuñez	Sargento Segundo Subcomisaria Colchane	Colchane
Jesica García	Encargada Registro Civil	Colchane
Luis Bazaes	Jefe Aduana Complejo Fronterizo Integrado Colchane	Colchane
Patricia Valdés	Encargada Extranjería PDI Complejo Fronterizo Integrado Colchane	Colchane
Claudio Godoy	Jefe SAG Complejo Fronterizo Integrado Colchane	Colchane
Jorge García	Secretario Junta de Vecinos	Pisiga Carpa
Ángel Choque	Tesorero Junta de Vecinos	Pisiga Choque
Heleno Choque	Presidente Junta de Vecinos	Pisiga Choque
Justino Challapa	Presidente Junta de Vecinos	Cotasaya
Santiago Choque	Presidente Unión Comunal	Central Citani
Toribio Mamani	Presidente Junta de Vecinos	Mauque
Yanet Challapa	Coordinador General Comunidad Indígena Aymara Ancovinto	Cariquima
Ambrosio Condori	Habitante localidad	Enquelga
Jacinto Castro	Presidente Junta de Vecinos	Enquelga
Celso Castro	Presidente Comunidad Mauque – Puchuldiza	Iquique / Mauque
Esteban Mamani	Secretario Comunidad Mauque – Puchuldiza	Alto Hospicio / Mauque
Enrique Mamani	Miembro Directiva Comunidad Mauque – Puchuldiza	Alto Hospicio / Mauque
Wilson Mamani	Malku (autoridad tradicional) zona de Isluga	Alto Hospicio / Mauque
Vicenta Challapa	Medica tradicional aymara (kolliri). Mamataya (función de esposa de Mallku)	Alto Hospicio / Mauque
Daniel Moscoso	Profesional Joven, dirigente organización Aymar Marka	Alto Hospicio
Soledad Carvajal	Asociación Indígena Aymara hijos de Aymagama Chusmiza	Alto Hospicio / Chusmiza
Juan Choque	Representante ADI Jiwasa Oraje por Colchane	Colchane
Cecilia Flores (vía mail)	Presidenta Consejo Nacional Aymara	Territorio Aymara

ENTREVISTADO	ORGANIZACIÓN Y CARGO	LOCALIDAD / COMUNA
Juan Pablo Perez	Director Regional CONADI	Iquique
Bob Brkovic	Abogado CONADI	Iquique
Cesar Cardoso	Director Regional SAG	Iquique
Luis Martinez	Jefe Departamento de Estudios Serplac Tarapacá	Iquique
Franco Delucchi	Director Regional CONAF	Iquique
Ignacio Espina	Jefe Departamento Áreas Protegidas CONAF	Iquique
Juan Ignacio Boudon	Jefe Administración Parque Nacional Isluga CONAF	Iquique
Gabriela Hip	Gobernadora Provincia del Tamarugal	Pozo Almonte
Bárbara Iturriaga	Encargada SEIA CONAMA Región de Tarapacá	Iquique
Carla Jaramillo	Arquitecto Serviu Región de Tarapacá	Iquique
Héctor Tapia	Director Regional SERNAGEOMIN	Iquique
Javier Vidal	Director Regional DGA	Iquique
Manfredo Thiele	Arquitecto SERNATUR (en representación de Directora)	Iquique
Marcelo Hernández	Director Regional INDAP	Iquique
Natividad Lay	Director (s) Departamento de Acción Sanitaria, Seremi de Salud	Iquique
Nelly Ledesma	Unidad de Control y Contaminación y EIA, SEREMI de Salud	Iquique
Gerda Alcaide (vía mail)	Encargada Consejo Monumentos Nacionales	Iquique
Jaime Droguet	Tour Operador Extremo Norte	Iquique

Fuente: Elaboración propia.

Las pautas de entrevistas utilizadas se incluyen en el **Anexo 5.5.3 –A**

5.5.3 POBLACIÓN

El presente capitulo está destinado al análisis de la dinámica demográfica de las localidades comprendidas en el Parque Nacional Isluga y su entorno, área que corresponde a la comuna de Colchane y dos distritos censales de la comuna de Huara ambas pertenecientes a la Provincia del Tamarugal de la Primera Región de Tarapacá.

La descripción y análisis demográfico se efectúa en base a categorías distritales propias de la fuente de información principal de la cual se nutre, cual es el Censo de Población y Vivienda 2002. Para respetar tales categorías y no segmentarlas, y asimismo obtener una imagen de conjunto más amplia; las unidades territoriales que contempla el análisis sobrepasan a la zona estricta de nuestro interés.

Las fuentes de información utilizadas son de carácter secundario, correspondiendo fundamentalmente al XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda levantado el 22 de abril de 1992 y al XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda realizado el 27 de abril del año 2002. Para un mayor nivel de desagregación en el análisis, las fuentes descritas se procesan directamente de las bases de datos censales en formato Redatam +, según las siguientes unidades Espaciales.

Tabla Nº 5-47 Comunas y Distritos censales en estudio

Comuna	Distritos Censales
Colchane	Isluga
	Cariquima
	Puchuldiza
	Caico
Huara	Guaviña
	Chiapa

Fuente: INE.

La exposición se ordena a partir de la referencia de la situación de contexto dada por la Región de Tarapacá y sus provincias, para posteriormente centrarse en el área de estudio en las unidades administrativas de comunas, distritos censales y asentamientos humanos, que para el caso del área de estudio se componen principalmente por las categorías de Comunidades Indígenas y Caseríos, entre otras.

5.5.3.1 Marco general territorial

El contexto territorial mayor para nuestro análisis esta dado por la I Región de Tarapacá, la cual se compone de 2 provincias y 7 comunas, con un total de 238.950 habitantes al año 2002 que se proyectan al año 2010 en 314.534 habitantes.

Tabla Nº 5-48 Población Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá

UNIDAD TERRITORIO	POBLACION	POBLACION	VARIACION	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO
	1992	**2002**	**%**	**(r)**
Región de Tarapacá	**165.460**	**238.950**	**44,4**	**3,7**
Provincia de Iquique	**151.677**	**216.419**	**42,7**	**3,6**
Comuna de Iquique	146.089	166.204	13,8	1,3
Comuna de Alto Hospicio	5.588	50.215	798,6	24,6
Provincia del Tamarugal	**13.783**	**22.531**	**63,5**	**5,0**
Comuna Pozo Almonte	6.322	10.830	71,3	5,5
Comuna de Camiña	1.422	1.275	-10,3	-1,1
Comuna de Colchane	1.555	1.649	6,0	0,6
Comuna de Huara	1.972	2.599	31,8	2,8
Comuna Pica	2.512	6.178	145,9	9,4

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda año 1992; XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda año 2002.

Las características demográficas regionales expresadas en el último intercenso 1992- 2002 son las siguientes:

- El XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda, realizado en abril de 2002, registró un total de 238.950 habitantes, representando 1,58% de la población nacional. La densidad regional es de 5,66 habitantes/km². La principal característica de la región es disponer de grandes espacios despoblados.

- Su población crece en el año 2002 en un 44,4% respecto del año 1992, a una tasa media anual de 3,7%.

- La tendencia de crecimiento se replica a través de su división territorial político administrativa con distintos ritmos, con la excepción de la comuna de Camina, perteneciente a la Provincia del Tamarugal, cuya población decrece.

- La población regional se concentra en la Provincia de Iquique en un 90,6%, particularmente en la comuna de Iquique con 166.204 habitantes que representan al 69,6% de la población.

- El crecimiento demográfico de la región se explica por un saldo migratorio positivo, expresado a través de una tasa de migración neta de 0,6 por mil personas de 5 años o más, ocupando el sexto lugar a nivel nacional. Aunque en los tres últimos censos ha tenido migración neta positiva, esta ha ido en fuerte descenso ya que en 1982 ocupaba el segundo lugar (13,9 por mil) después de la región de Magallanes, y en 1992 ocupó el tercer lugar (2,6 por mil) después de la región Metropolitana.

- La información levantada el año 2002 para la región, expresa que el componente de emigrantes tiene como principales destinos a las regiones Metropolitana (31,7%), de Antofagasta (18,5%), de Valparaíso (15,1%) y de Coquimbo (11,3%). En tanto, el componente de inmigrantes tiene como principal origen a las regiones de Antofagasta (20,1%), de Coquimbo (9,5%) y de Atacama (9,0%). (INE 2007)

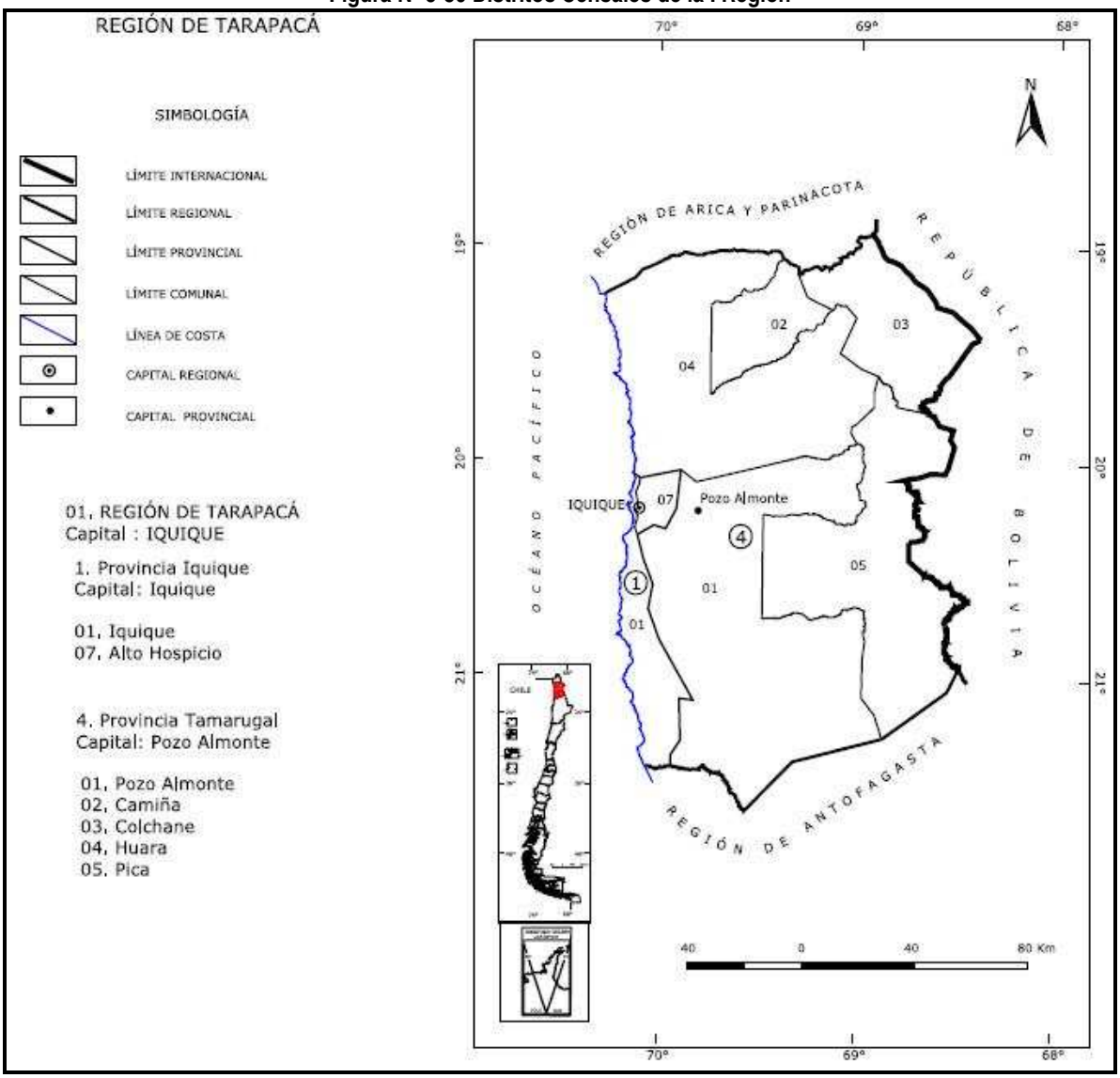
El poblamiento de la región se establece según las características del relieve distinguiéndose preferentemente tres formas básicas de asentamiento: Costero, Pampa del Tamarugal; y Precordillerano-Altiplánico.

- Costero: En esta área se asienta el centro urbano de mayor importancia de la región, la ciudad de Iquique la cual concentra el mayor número y porcentaje de la población regional.

- Quebrada-Meseta de Tarapacá y Pampa del Tamarugal: Presenta un poblamiento escaso y disperso asociado generalmente a redes camineras, ríos, quebradas, oasis, que disectan la meseta de Tarapacá y la Pampa del Tamarugal, de preferencia de oriente a poniente. Algunos centros poblados que destacan son: Pozo Almonte, Pica, Huara y Tarapacá.

- Sector Precordillerano - Altiplánico: Sobresalen pequeños centros poblados tales como Isluga, Caquena y Colchane.

Figura Nº 5-36 Distritos Censales de la I Región



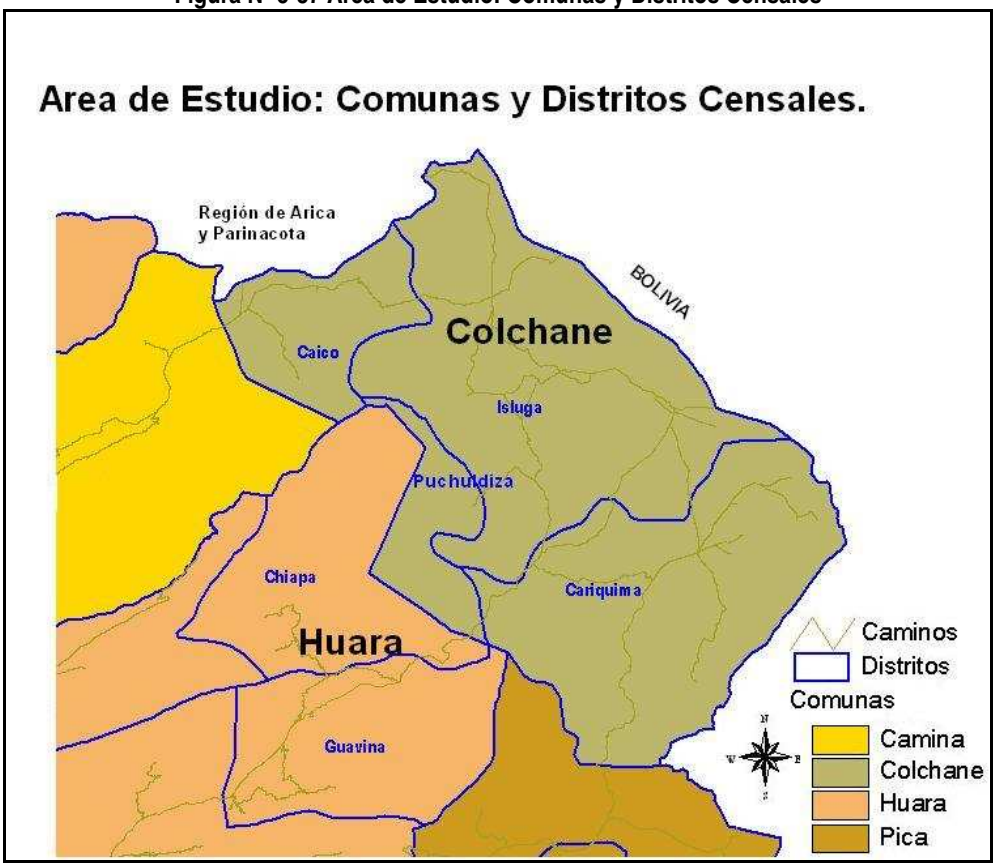
Fuente: INE.

5.5.3.1.1 Área de estudio

El área de estudio comprende una superficie de 5.677 km² en la precordillera altiplanica, conformada por la totalidad de la comuna de Colchane con cuatro distritos censales (Isluga, Cariquima, Puchuldiza y Caico) y sectores de la comuna de Huara, correspondientes a los distritos censales de Chiapa y Guaviña, todos de carácter rural.

El área en su conjunto registra un total de 2.190 habitantes al año 2002, proyectándose al año 2010 una población de 2.154 habitantes. Se trata de sectores de baja densidad poblacional, inferior a 1 habitante por Km²., de poblaciones reducidas en magnitud y de lento crecimiento demográfico.

Figura Nº 5-37 Área de Estudio: Comunas y Distritos Censales

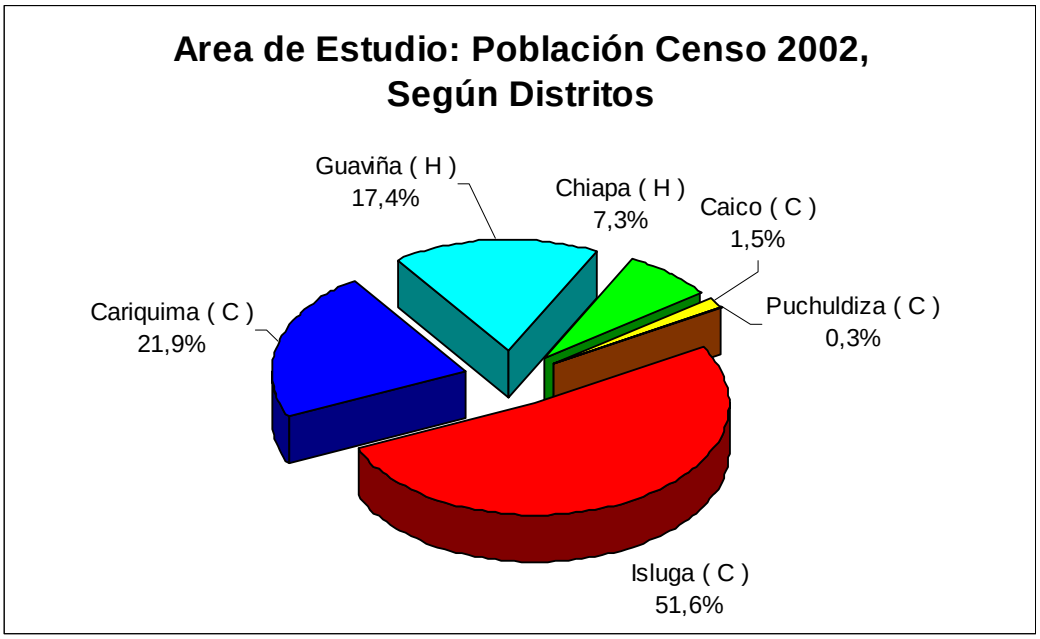


Fuente: INE.

5.5.4 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN.

La población se distribuye espacialmente de manera predominante en los distritos de Isluga (51,6%) y Cariquima (21,9%), de la comuna de Colchane, y en el distrito de Gauviña (17,4%) de la comuna de Huara, concentrando en su conjunto 1.992 habitantes correspondientes al 91% de la población y a una superficie del 69,4% del área de estudio.

Figura Nº 5-38 Área de Estudio: Población Censo 2002 según distritos



Fuente: Elaboración Propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda años 1992 y 2002, INE.
Nota: (C) Distritos censales pertenecientes a comuna de Colchane; (H) distritos censales pertenecientes a comuna de Huara.

Tabla Nº 5-49 Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.

COMUNA / DISTRITOS	POBLACIÓN	POBLACION	VARIACION	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO	SUPERFICIE	DENSIDAD
	1992	2002	%	(r)	Km²	HAB /Km²
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**

Fuente: Elaboración propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda años 1992 y 2002, INE.

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%).

En el año 2002, el área se compone de 125 localidades pobladas todas de carácter menor. Este sistema se estructura, según criterios de clasificación del Instituto Nacional de Estadísticas, por:

- 87 comunidades Indígenas de la etnia Aymará que corresponden al 69,6% de las unidades que conforman el sistema de asentamientos. Estas se localizan en su totalidad en la comuna de Colchane, disponen de 1.367 habitantes que representan al 69,4% de la población total.

- 18 caseríos con un total de 513 residentes. Representan al 26,1% de la población y al 14,4% del sistema de asentamientos.

- 1 Campamento, que corresponde a la entidad de Churullocat del distrito de Cariquima, comuna de Colchane.

- 15 parcelas y/o hijuelas, con 12 residentes (0,6% de la población), representando al 12% del sistema de asentamientos

- 4 entidades clasificadas en la categoría de "otras", con 16 residentes correspondiendo al 0,8% de la población total del área de estudio.

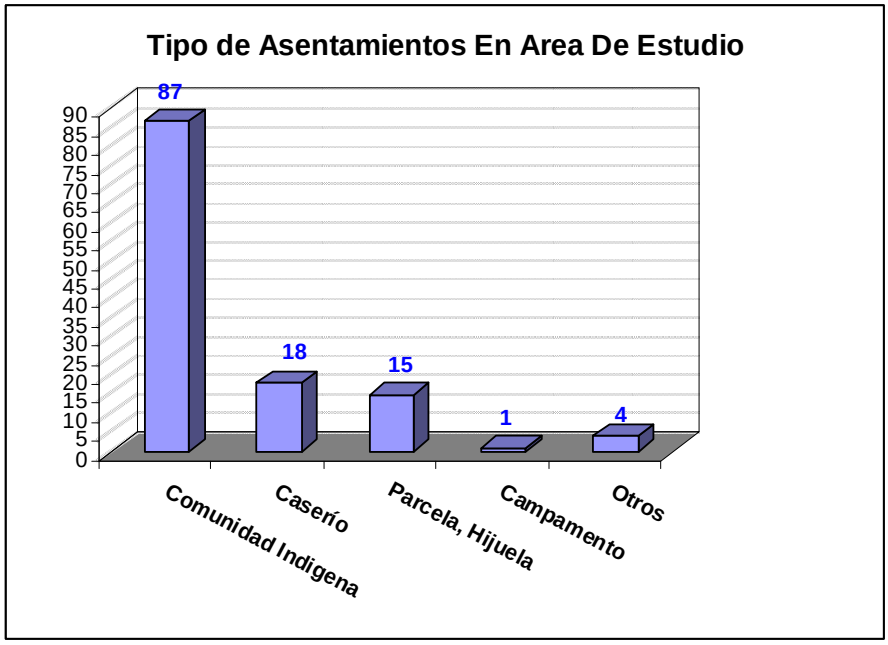
- Se debe destacar que el evento censal realizado en el año 2002, identifica dentro de la comuna de Colchane una población de 221 habitantes sin asignación de distritos y que se registran estadísticamente en la categoría de "rezagados".

El centenar de entidades se localizan generalmente junto a la red vial existente y a cursos de agua predominantemente de carácter estacional. La distribución de población es altamente desequilibrada, con gran número de entidades con baja población y concentración de habitantes principalmente en dos a tres entidades.

Destaca dentro del sistema un 37,6% de entidades que no registra población, aún cuando disponen de viviendas. Estas en su gran mayoría corresponden a comunidades indígenas cuyo uso es más bien estacional y asociado al desarrollo de festividades de carácter religioso, aunque el análisis antropológico de patrones de movilidad y habitación del espacio entregará mayores antecedentes al respecto.

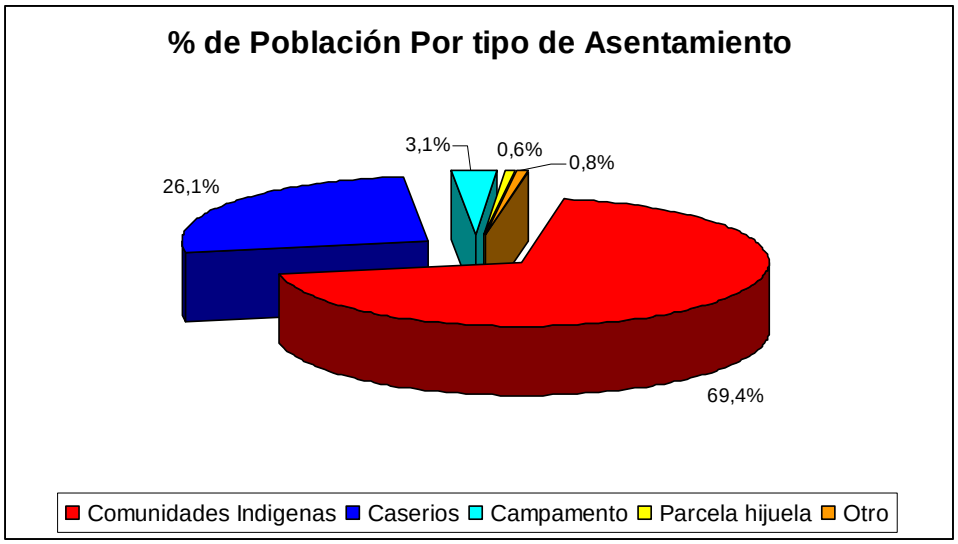
Los gráficos que siguen muestran el Tipo de Asentamientos del área del proyecto.

Figura Nº 5-39 Tipo de Asentamiento en Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

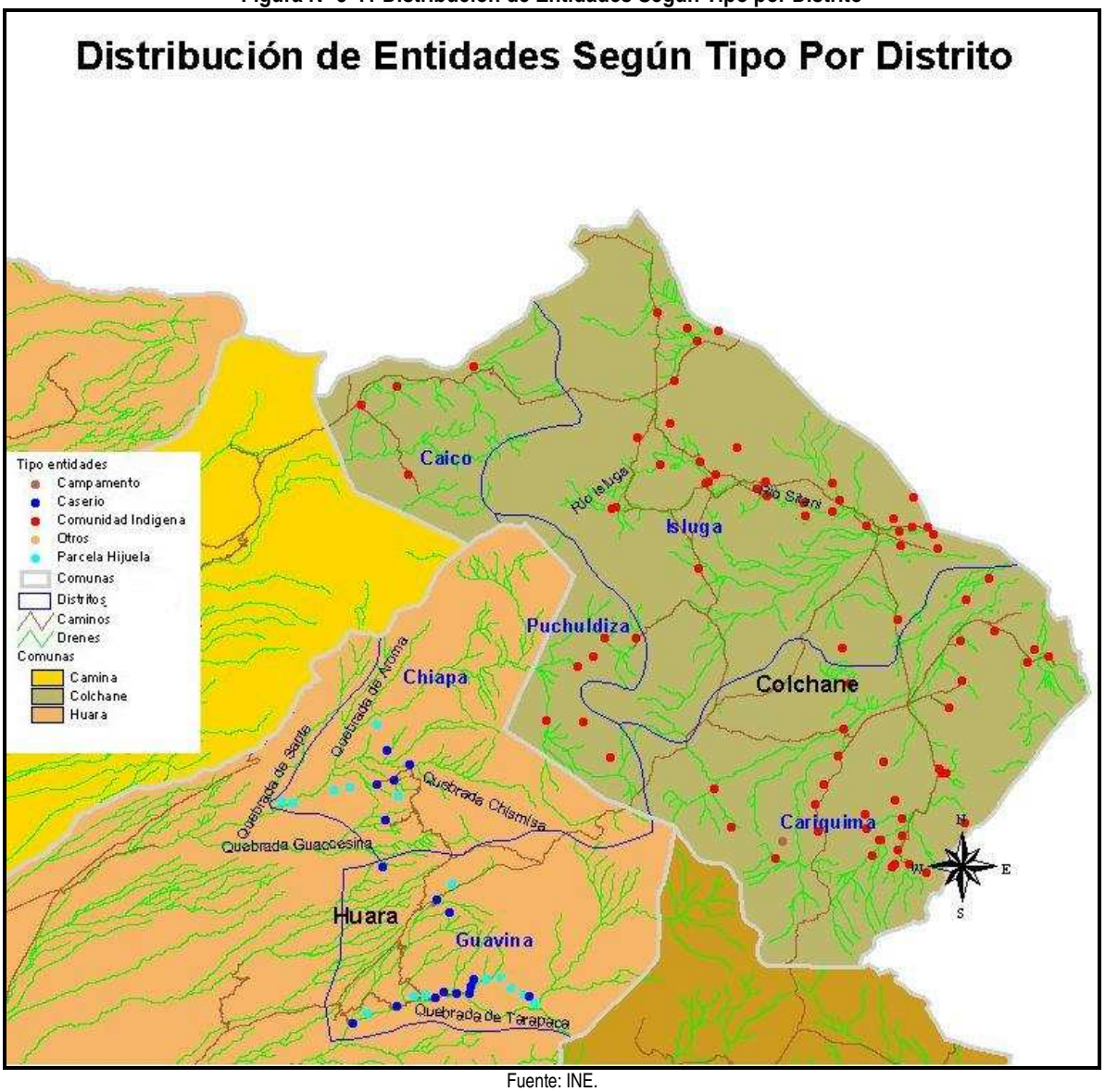
Figura Nº 5-40 % de Población por Tipo de Asentamiento



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

El sistema se estructura a través de 47 localidades o entidades (37,6%) con cero residentes (que disponen de viviendas), con 62 con población de 1 a 50 habitantes (49,6%), 13 entidades (10,4%) en el rango de 51 a 100 y 3 entidades (2,4%) con una población sobre los 100 residentes, en el cual destaca la comunidad indígena de Colchane (distrito censal de Isluga, comuna de Colchane) como principal y único centro con más de 200 habitantes.

Figura Nº 5-41 Distribución de Entidades Según Tipo por Distrito



Fuente: INE.

Tabla Nº 5-50 Número de Entidades Según Rangos De Población Por Distritos Censales 2002.

RANGOS DE POBLACIÓN	ENTIDADES SEGÚN DISTRITOS							
	ISLUGA	CARIQUIMA	PUCHULDIZA	BERENGUELA	CHIAPA	GUAVIÑA	TOTAL	%
0	10	20	5	2	5	5	47	**37,6**
1 - 10	15	10	2	0	3	13	43	**34,4**
11 - 50	7	5	0	2	1	4	19	**15,2**
51 - 100	3	4	0	0	2	4	13	**10,4**
101 - 120	2	0	0	0	0	0	2	**1,6**
200 - 240	1	0	0	0	0	0	1	**0,8**
Total	**38**	**39**	**7**	**4**	**11**	**26**	**125**	**100**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Tabla Nº 5-51 Número de Entidades Según Rangos De Población Por tipo de Asentamiento.

RANGOS DE POBLACIÓN	TIPO DE ASENTAMIENTO						%
	COMUNIDAD INDIGENA	CASERIOS	CAMPAMENTO	PARCELA HIJUELA	OTRO TIPO	TOTAL	
0	37	2	0	7	1	**47**	37,6
1 - 10	27	5	0	8	3	**43**	34,4
11 - 50	14	5	0	0	0	**19**	15,2
51 - 100	6	6	1	0	0	**13**	10,4
101 - 120	2	0	0	0	0	**2**	1,6
200 - 240	1	0	0	0	0	**1**	0,8
Total	**87**	**18**	**1**	**15**	**4**	**125**	100
%	69,6	14,4	0,8	12	3,2	100	

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Los distritos de mayor población presentan el siguiente patrón de asentamiento:

Distrito Isluga, de mayor población y segundo en número de asentamientos. Su población se distribuye principalmente a través de entidades localizadas próximas al rio Sitane e Isluga, y la ruta A-385, destacando las entidades de Colchane, Cotasaya, próximos a la frontera con Bolivia, y Enquelga.

Distrito Cariquima, segundo en número de habitantes y con mayor numero de asentamientos, los cuales se emplazan principalmente en torno a rutas viales como A-349; A-357 y A-343. Destacan por tamaño de población las entidades de Ancovinto, Yapucagua, Ancuaque y Churullocat.

Distrito de Guaviña, tercero en número de habitantes, con patrón de asentamientos establecido a través de la quebrada de Tarapacá y la ruta A-525, cuyos centros más importantes corresponden a las entidades de Achacagua, Sibaya, Limaxina y Guaviña.

Dado el desequilibrio en la distribución de población en relación al número de localidades, se puede identificar un subconjunto de centros más importantes a partir del umbral de 50 y más habitantes, criterio que define un grupo de 16 localidades que concentran aproximadamente el 61,1% de la población total del área de estudio.

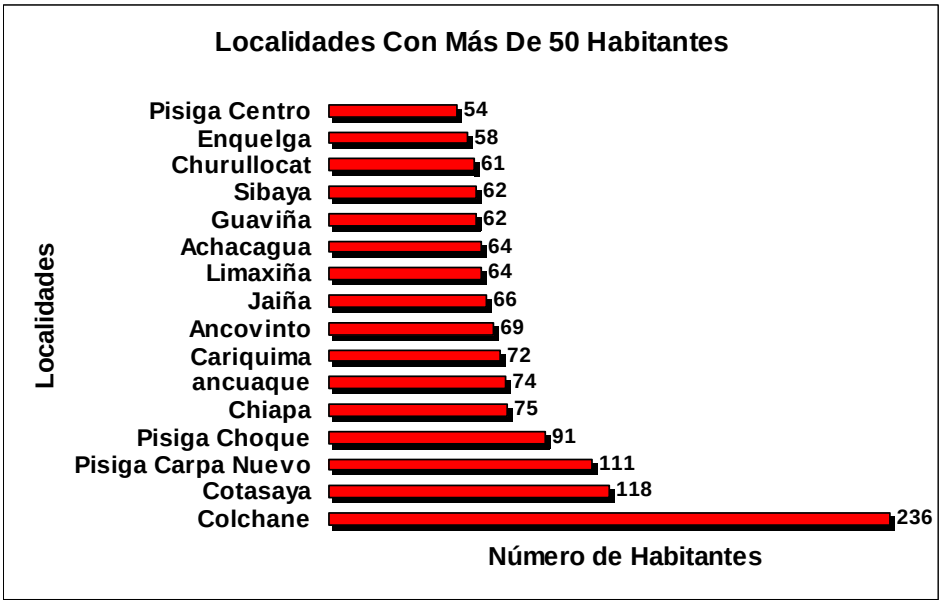
Este subsistema se estructura en tres niveles. Un centro principal correspondiente a la localidad de Colchane (más de 200 habitantes), el cual duplica en población a las localidades de Cotasaya, Pisiga Carpa Nuevo y Pisiga Choque, con rango de aproximadamente 100 habitantes, y que constituyen un segundo nivel jerárquico; y luego un conjunto de localidades menores que conformarían un tercer nivel con poblaciones que fluctúan entre los 54 a 75 habitantes. Un rasgo importante en la localización, es la proximidad espacial entre el primer y segundo nivel de jerarquía en torno al río Citani y cercanos a la frontera con Bolivia.

Figura Nº 5-42 Entidades Según Población y Distritos



Fuente: INE.

Figura Nº 5-43 Localidades con más de 50 Habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda año 1992 y 2002, INE.

5.5.5 VIVIENDAS EN EL ÁREA DE ESTUDIOS

En materia de viviendas, el área de estudio dispone de un total de 2.064 unidades las que experimentaron un aumento durante el periodo 1992-2002 en todos los distritos, con la excepción de Cariquima. El aumento del stock de viviendas se registra a un ritmo moderado (1,8%) pero mayor al registrado por la población (0,04%).

Tabla Nº 5-52 Distribución de Viviendas Según Distrito y Censo.

COMUNA / DISTRITO	VIVIENDAS 1992	VIVIENDAS 2002	VARIACIÓN %	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO (r)
Comuna de Colchane	**1.120**	**1.392**	**24,3**	**2,2**
Isluga	649	923	42,2	3,6
Cariquima	424	403	-5,0	-0,5
Puchuldiza	24	36	50,0	4,1
Caico	23	30	30,4	2,7
Sectores Comuna de Huara	**615**	**672**	**9,3**	**0,9**
Chiapa	236	239	1,3	0,1
Guaviña	379	433	14,2	1,3
Area de Estudio	**1.735**	**2.064**	**19,0**	**1,8**

Fuente: Elaboración propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda año 1992 y 2002, INE.

La distribución del número de viviendas se correlaciona positivamente con la distribución de población. Sin embargo la situación destacable surge al relacionar la disponibilidad de viviendas con su condición ocupacional, ya que las viviendas desocupadas duplican a aquellas con residentes (presentes y/o ausentes). En efecto las unidades

ocupadas representan el 32,6% y desocupadas el 67,4%, lo que se vincularía principalmente a situaciones estaciónales de uso, derivadas de formas de vida y al carácter étnico cultural de la población en el área de estudio.

Tabla Nº 5-53 Viviendas Según Condición Ocupacional, Área De Estudio Censo 2002.

CONDICIÓN OCUPACIONAL	N°	%
1) Viviendas Ocupadas Con Personas Presente	661	
2) Viviendas Ocupadas Con Personas Ausentes	11	
3) Viviendas Ocupadas (1+ 2)	672	32,6
4) Viviendas Desocupadas	1392	67,4
5) Total Viviendas 2002	2064	100,0

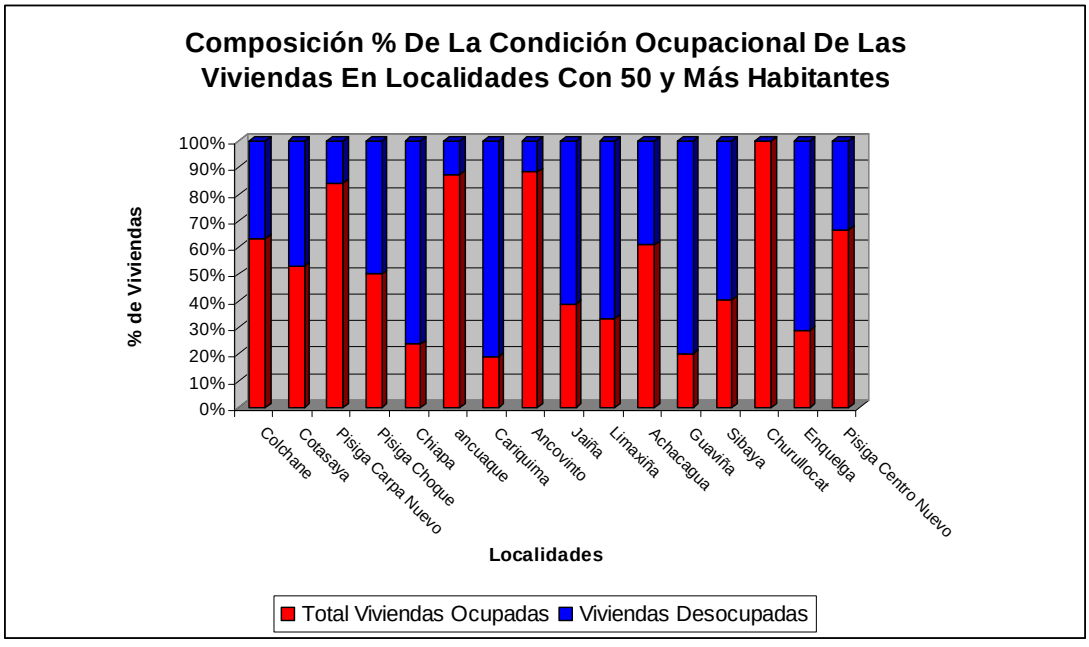
Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Mención especial, para ejemplificar las situaciones de uso estacional se representan en la comunidad de Isluga, localizada a unos 6 kilómetros de Colchane, la cual conserva uno de los más bellos conjuntos religiosos y constituye un centro ceremonial de la cosmovisión aymará, permaneciendo deshabitado casi durante todo el año, con excepción de los días de fiesta y ceremonia. Isluga, dispone de 141 viviendas de las cuales el 99,3% se registraron como desocupadas para el Censo de 2002.

Situación similar se describe en la localidad de Cariquima, a pocos kilómetros al sur de Colchane, que representa un asentamiento ritual a los pies del Nevado Cariquima, con 163 viviendas de las cuales el 81% están desocupadas.

Las localidades con 50 y más habitantes concentran aproximadamente el 46,8% del total de viviendas del área de estudio, presentando similar característica en la condición ocupacional al disponer en conjunto un 60,5% de las unidades en la condición de desocupadas. En este segmento destacan la localidades de Chiapa, Cariquima, Jaiña, Limaxiña, Guaviña y Enquelga, donde la condición de vivienda desocupada afecta entre el 60 al 80% de las viviendas.

Figura Nº 5-44 Composición % de la Condición Ocupacional de las Viviendas



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

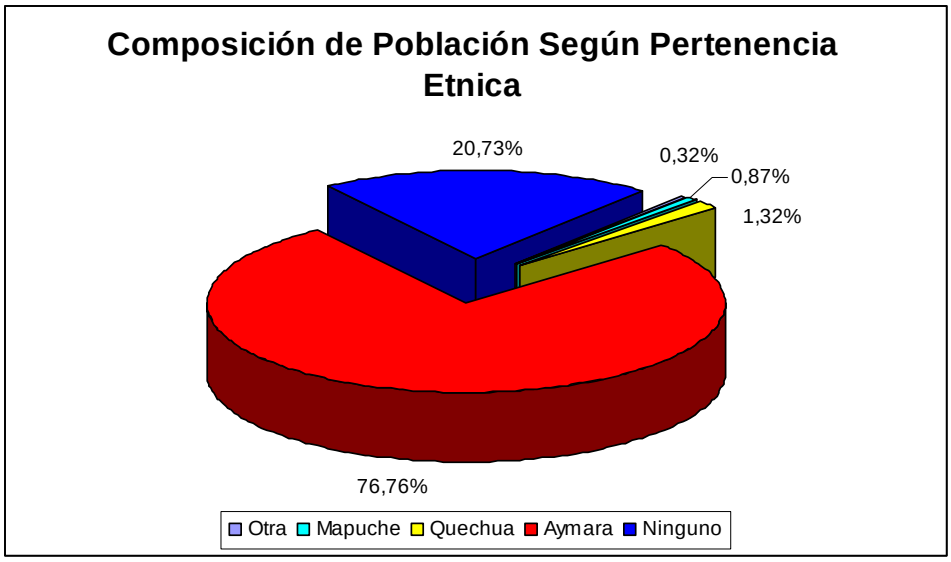
5.5.6 COMPOSICIÓN DE POBLACIÓN

5.5.6.1 Pertenencia Étnica

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% indico 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.

Figura Nº 5-45 Composición de Población Según Pertenencia Étnica



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Tabla Nº 5-54 Pertenencia Étnica de la Población, Según Distrito.

ETNIA	ISLUGA	CARIQUMA	PUCHULDIZA	CAICO	GUAVIÑA	CHIAPA	TOTAL	%
Atacameño	0	0	0	0	0	1	**1**	0,05
Aymara	822	382	0	32	322	123	**1.681**	76,76
Colla	5	1	0	0	0	0	**6**	0,27
Mapuche	15	3	0	0	1	0	**19**	0,87
Quechua	27	1	0	0	1	0	**29**	1,32
Ninguno	262	93	6	0	57	36	**454**	20,73
Total	**1.131**	**480**	**6**	**32**	**381**	**160**	**2.190**	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

5.5.6.2 Composición Por Sexo

La estructura de población por sexo indica para el área de estudio un 54,8% de población masculina y un 45,2% de población femenina, predominio masculino que se ratifica en un índice de masculinidad 121,4%, lo que representa una relación de 121 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla Nº 5-55 Estructura de Edades Según el Índice de Masculinidad 2002, del Área de Estudio

GRUPO DE EDAD	HOMBRE	MUJER	TOTAL	%	IM 2002
0-4	115	98	213	**9,7**	117,3
5 - 9	118	99	217	**9,9**	119,2
10-14	96	110	206	**9,4**	87,3
15-19	72	71	143	**6,5**	101,4
20-24	93	78	171	**7,8**	119,2
25-29	69	65	134	**6,1**	106,2
30-34	88	68	156	**7,1**	129,4
35-39	89	63	152	**6,9**	141,3
40-44	75	49	124	**5,7**	153,1
45-49	73	41	114	**5,2**	178,0
50-54	77	51	128	**5,8**	151,0
55-59	42	36	78	**3,6**	116,7
60-64	59	28	87	**4,0**	210,7
65-69	38	36	74	**3,4**	105,6
70-74	40	37	77	**3,5**	108,1
75-79	29	28	57	**2,6**	103,6
80 y más	28	31	59	**2,7**	90,3
Total	**1201**	**989**	**2190**	**100,0**	**121,4**
%	**54,8**	**45,2**	**100,0**		

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Actuando solamente la mortalidad y la fecundidad diferencial por sexo, en ausencia de migraciones, se debería esperar:

- Una relación de masculinidad al nacer que oscile entre 103 y 106, dado el mayor nacimiento de hombres respecto de mujeres.
- Ligero predominio de hombres en edades más jóvenes, que disminuye paulatinamente.
- Alrededor de los 40 un relativo equilibrio entre ambos sexos con una relación aproximada a 100.
- Sobre los 40, un progresivo predominio femenino (índice <100) llegando a ser esta relación de 1 hombre por cada 2 mujeres en los grupos de más edad, dada una sobremortalidad masculina.

En nuestro caso de análisis la relación de masculinidad toma valores sobre cien en todos los grupos de edad con excepción de los tramos 10 a 14 años y 80 y más años, situación que revelaría los efectos de la emigración en la estructura de edades y en particular la mayor propensión femenina para dejar el área de estudio. Esta situación

coincide con la constatación empírica de una mayor propensión de la mujer a migrar desde zonas rurales, particularmente en edad fértil, a la ciudad en busca de mejores posibilidades de trabajo y educación.

Se debe destacar que la composición por sexo varía ente los años 1992 a 2002., desde un 50,1% a 54,8% de hombres, lo que se expresa en un índice de masculinidad que aumenta de 100,4% a 121,4%.

Tabla Nº 5-56 Índice de Masculinidad (IM[3]) Por Edades en el Área de Estudios, años 2002 - 1992.

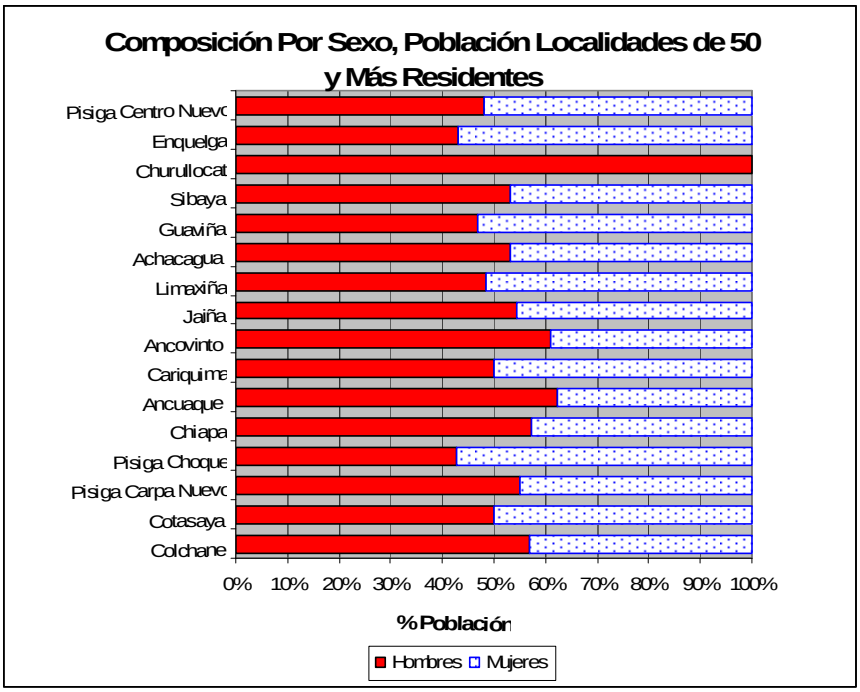
GRUPO DE EDAD	IM 2002	IM 1992
0-4	117,3	94,4
5 - 9	119,2	96,9
10-14	87,3	89,1
15-19	101,4	78,7
20-24	119,2	117,1
25-29	106,2	81,8
30-34	129,4	127,1
35-39	141,3	100,0
40-44	153,1	119,6
45-49	178,0	123,1
50-54	151,0	179,3
55-59	116,7	93,9
60-64	210,7	131,4
65-69	105,6	100,0
70-74	108,1	92,0
75-79	103,6	73,7
80 y más	90,3	68,4
Total	**121,4**	**100,4**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censos de Población y Vivienda año 1992 y 2002, INE.

Las localidades con 50 y más habitantes representarán la misma composición por sexo, con un índice de masculinidad de 120 hombres por cada cien mujeres. Del grupo, en 9 de 16 entidades pobladas se registra predominio de población masculina, destacando la localidad de Churullocat, campamento, donde el 100% de los residentes son hombres.

[3] Índice de Masculinidad: Se define como el número de hombres por cada 100 mujeres. Se calcula haciendo el cuociente o razón entre ambas cifras y multiplicando por 100. Con frecuencia este índice se calcula por grupos de edad y área geográfica. En la población total el índice de masculinidad tiene un valor cercano a 100

Figura Nº 5-46 Composición por Sexo, Población Localidades de 50 y Más Residentes



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

5.5.6.3 Estructura de Edades

La composición por edades nos entrega otra señal de una estructura poblacional en cambio. Entre los años 1992 y 2002, se reduce en términos absolutos y porcentuales de la población infantil, se mantiene el segmento joven, y lo más significativo, se incrementa la importancia de los grupos adulto y de adultos mayores.

Tabla Nº 5-57 Composición Grupos de Edad Año 2002

GRUPO[4]	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
Niños	329	307	636	29,0
Jóvenes	234	214	448	20,5
Adulto	503	336	839	38,3
Adulto Mayor	135	132	267	12,2
Total	**1.201**	**989**	**2.190**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

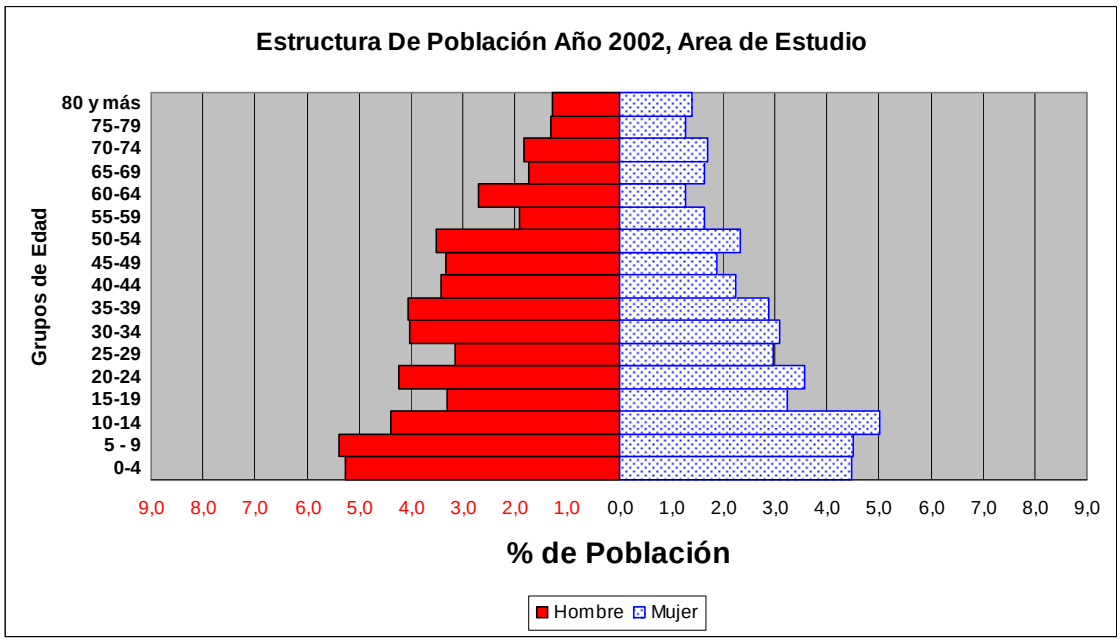
[4] Grupos de población según edad: niños de 0 a 14 años; jóvenes de 15 a 29; adultos 30 a 64 años; adulto mayor 65 y más años.

Tabla Nº 5-58 Composición Grupos de Edad Año 1992

GRUPO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%
Niños	437	466	903	41,4
Jóvenes	217	236	453	20,8
Adulto	356	291	647	29,7
Adulto Mayor	83	96	179	8,2
Total	**1.093**	**1.089**	**2.182**	**100,0**

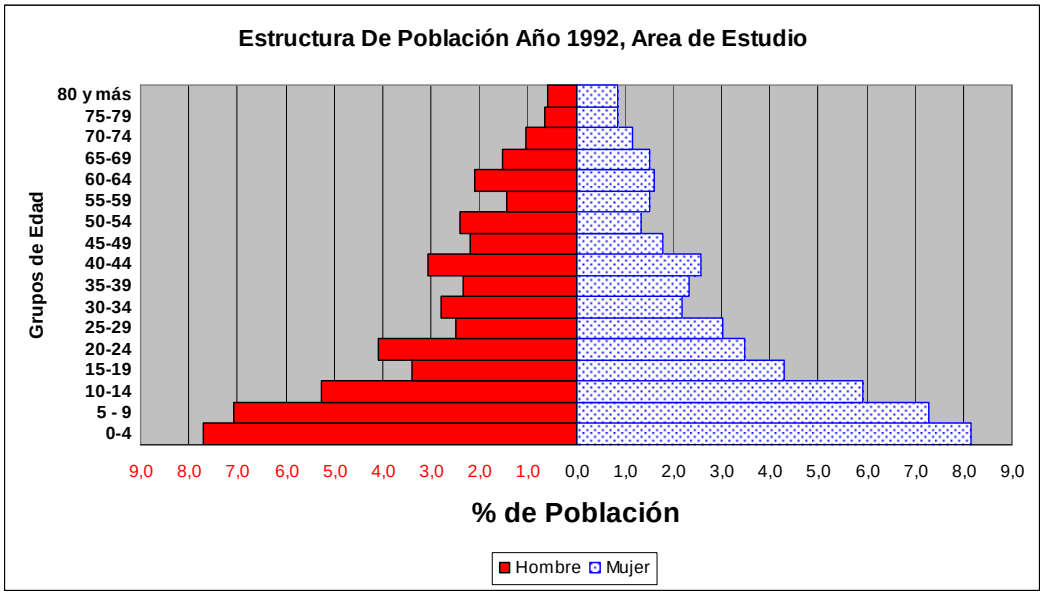
Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 1992, INE.

Figura Nº 5-47 Estructura de Población año 2002, Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Figura Nº 5-48 Estructura de Población Año 1992, Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 1992, INE.

La situación resultante es un cambio en la estructura de edades desde una pirámide joven a otra madura con signos de un envejecimiento avanzado (población de 65 y más años correspondiente al 10 a 13% de la población total). Los aspectos indicados se representan en la pirámide de edades a través de los siguientes rasgos:

- Angostamiento de la base piramidal en los tramos de 0 a 4 años y de 5 a 9 años, denotando mayor fecundidad pasada. La población en dichos tramos se reduce casi a la mitad en un periodo de diez años (1992- 2002).

- Incremento de población en edades productivas. Este segmento crece el último íntercenso en un 17,8% y aumenta su importancia relativa dentro de la estructura de edades en un 8%, situación que incide en un incremento de la fuerza laboral y en la reducción de la relación de dependencia frente a grupos pasivos como la población infantil y de la tercera edad.

- Cuadramiento de cúspide por el aumento de la población en edades avanzadas. La población de 65 y más años aumenta en un 49,1% y su importancia relativa dentro de estructura de edades aumenta en 4%.

- Se debe destacar que los cambios operados se manifiestan en un contexto en el cual la población se mantiene prácticamente constante, dado el aumento en solo 8 residentes en un periodo de diez años.

- Lo anterior nos permite identificar la ocurrencia de un saldo migratorio dinámico que se ajusta con componentes similares en magnitud de inmigrantes y emigrantes, pero que altera la composición de sexo.

Tabla Nº 5-59 Población Por Distritos 2002, Según Composición % de Grupos de Edad

GRUPOS DE EDAD	ISLUGA	CARIQUIMA	PUCHULDIZA	CAICO	GUAVIÑA	CHIAPA	TOTAL
Niños	30.0	24.3	0.0	31.2	34.1	24.3	29.0
Jóvenes	23.1	22.1	0.0	25.0	14.5	11.3	20.5
Adulto	37.5	42.1	100.0	37.5	34.1	40.6	38.3
Adulto Mayor	9.4	11.5	0.0	6.3	17.3	23.8	12.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

A nivel distrital Isluga presenta la estructura de edades menos envejecida, frente a situaciones de envejecimiento avanzado de los distritos de Guaviña y particularmente Chiapa.

5.5.6.4 Composición Migratoria

En general, se entiende por migración al movimiento de población que cruza un límite geográfico definitorio, involucrando un cambio de residencia habitual. Este límite geográfico puede definirse entre países (migración internacional) o al interior de un mismo país (migración interna).

Los cambios de residencia de las personas de un lugar geográfico a otro, constituyen un fenómeno polifacético que obedece a variados factores de orden económico, cultural, geográfico, demográfico y/o social admitiéndose, en general, que tales factores ejercen una acción recíproca bastante compleja.

El conocimiento acerca de la movilidad espacial o geográfica de una población por sí misma es de sumo interés, ya sea por sus efectos sobre la distribución territorial de la población, por su interacción junto a la fecundidad y la mortalidad como variables determinantes del crecimiento demográfico, así como por sus mutuos efectos con los aspectos económicos, culturales, geográficos y/o sociales de la población.

Es útil distinguir por ejemplo, que si una persona traslada su residencia habitual de una región a otra, tiene la condición de migrante. Esta persona será emigrante respecto de su región de residencia habitual anterior o de origen, y será inmigrante respecto de su región de residencia habitual actual o de destino.

Los resultados del censo año 2002 permiten identificar para el área de estudio un total de 456 inmigrantes que corresponden al 20,9% de la población total. El lugar de origen de los nuevos residentes en un 78,7% de los casos corresponde a otras comunas del país y en un 21,3% a otros países. El 59,9% de las personas con condición de inmigrantes son hombres, estimándose que por cada 100 mujeres que cambiaron de residencia existen al menos 149 hombres en similar condición.

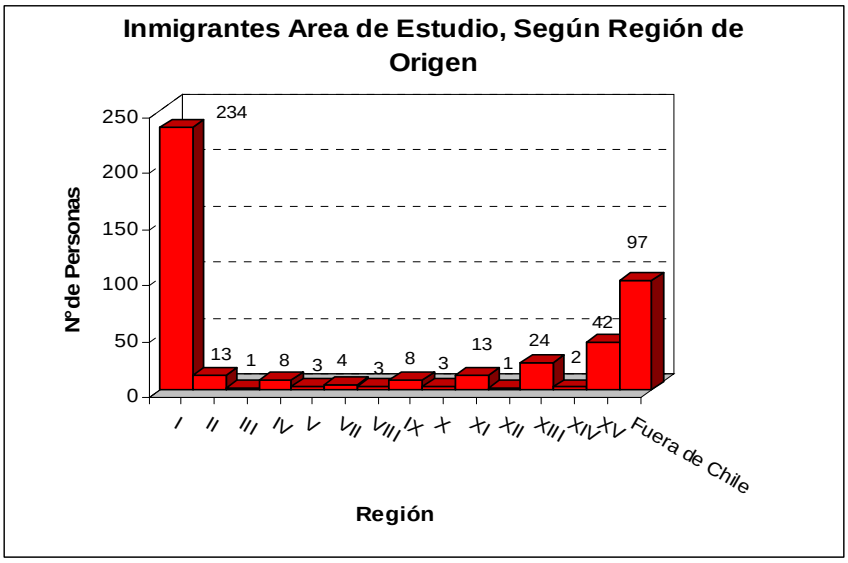
Tabla Nº 5-60 Componente de Inmigrantes Según Lugar de Origen

LUGAR DE ORIGEN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	%	ÍNDICE DE MASCULINIDAD
Otras comunas del país	205	154	359	78,7	133,1
En otro país	68	29	97	21,3	234,5
Total	273	183	456	100,0	149,2
%	59,9	40,1	100,0		

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

El lugar de origen de los nuevos residentes permite identificar sistemas espaciales de interrelación, que en nuestro caso se definen principalmente con comunas de la misma región de Tarapacá, con la República de Bolivia y comunas de la vecina región de Arica y Parinacota.

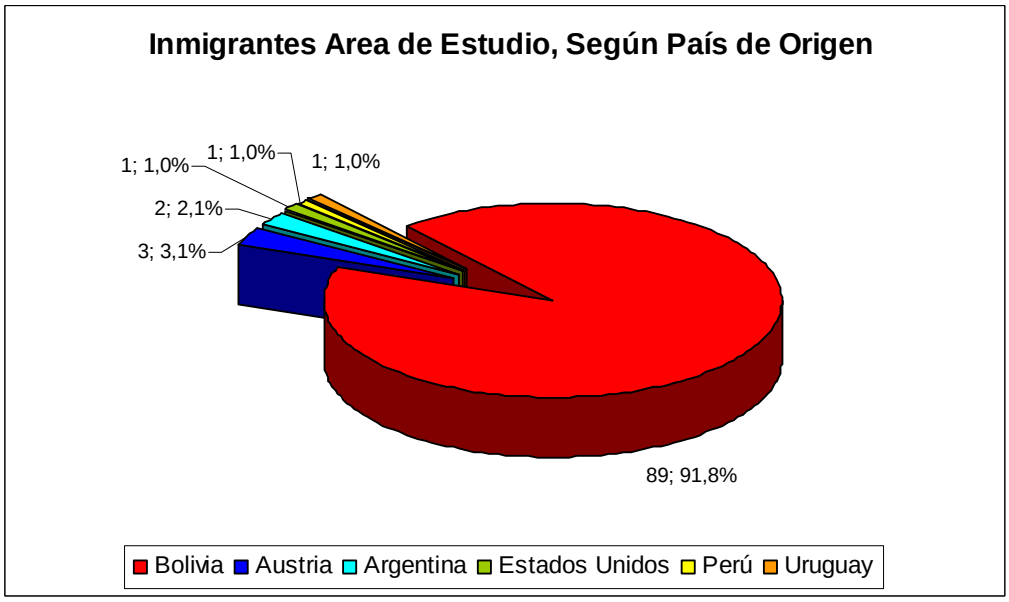
Figura Nº 5-49 Inmigrantes Área de Estudios, Según Región de Origen



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Las comunas de la región de Tarapacá constituyen el principal foco espacial de interrelación de nuestra área de estudio, siendo el lugar de origen del 51,3% de los nuevos residentes. Estos provienen particularmente de las comunas de Iquique y Pozo Almonte (que representan respectivamente al 61,5% y 14,5% de los inmigrantes de la región de Tarapacá). El segundo foco de interrelación corresponde al vecino país de Bolivia.

Figura Nº 5-50 Inmigrantes Área de Estudios, Según País de Origen



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

El lugar de destino principal es el distrito de Isluga, que concentra al 65,1% de los inmigrantes, y particularmente la localidad de Colchane que por si sola atrajo al 27,6% de los nuevos residentes que se localizaron en el área de estudio.

La revisión de la situación de emigrantes, solo es posible caracterizarla para aquellas personas que dejaron de vivir en el área de estudio con destino a otras comunas de Chile, dada la cobertura de la información disponible, lo excluye los destinos de otros países. En dicho contexto, la revisión de residencia previa de los habitantes de las otras comunas de nuestro país, nos permite identificar las siguientes características de la emigración:

- Aproximadamente 510 emigrantes del área de estudio, en su mayoría mujeres (52,5%).

- El destino principal a nivel regiones corresponde a la región de Tarapacá (otras comunas de la región que no son parte del área de estudio), y la región de Arica y Parinacota, las que atraen respectivamente al 82,5% y 13,9% de las personas que cambiaron de residencia.

- A nivel de comuna, los flujos de emigrantes tienen como destinos principales a las comunas de Iquique (53,9%), de Pozo Almonte (14,3) y Arica (9,6%).

5.5.6.5 Composición de Población Según Nivel Educacional

Los últimos censos aplicados en Chile muestran que el analfabetismo en el país constituye un problema de reducida dimensión: en 1952 la tasa se situaba en torno al 20%, en 1982 era de sólo el 9% para pasar en año 2002 a un 4,3%. Con estos resultados, Chile se ubica entre los países de la región Latinoamericana que tiene las más bajas tasas de analfabetismo. Sin embargo y, aceptando que en el país existe una alta cobertura educativa, tanto en áreas urbanas como rurales (especialmente en lo que respecta a educación general básica), aún persisten insuficiencias en el sistema educacional que afectan a grupos específicos.

El alfabetismo se define como la aptitud para leer y escribir, de modo que se debe considerar alfabeto a aquella persona capaz de leer, escribir y comprender una breve y sencilla exposición de hechos relativos a la vida cotidiana, y por analfabeto a aquella persona que no es capaz de leer y escribir.

El Censo del año 2002 registra a nivel nacional una tasa de 4,3% de analfabetos para la población con 15 y más años, situándose en un 3,2% en zonas urbanas con una variación de 2,9% en la población masculina y de 3,4% en la femenina. Este indicador aumenta a un 11,7% en zonas rurales las cuales exhibirían una variación menor entre hombres (11,6%) y mujeres (11,7%).

En lo que respecta a la población del área de estudio la condición de analfabetismo se expresa con una incidencia de 17,2 personas por cada cien habitantes con 15 y más años de edad, situación que afectaría mayormente a las mujeres.

El análisis particular para las localidades con 50 y más habitantes, que corresponden a 16 de un total de 125 y que concentran aproximadamente al 61,1% de la población configura el siguiente cuadro de situación de analfabetismo en la población con 15 y más años:

- La incidencia de analfabetismo varía de 5,3% y 5,8% en las localidades de Colchane y Cariquima a 25,8% y 28,6% en las localidades de Cotasaya y Jaiña. Dentro del segmento de localidades con más de 50 habitantes, solo Churullocat registra 100% de alfabetos.

- Para el conjunto de localidades la tasa de analfabetismo es de 14,7%. Esta es claramente mayor en la población femenina, grupo donde se sitúa en el 24,4% frente a un 7,4% de la población masculina estableciéndose una brecha porcentual por sexo de 17 puntos.

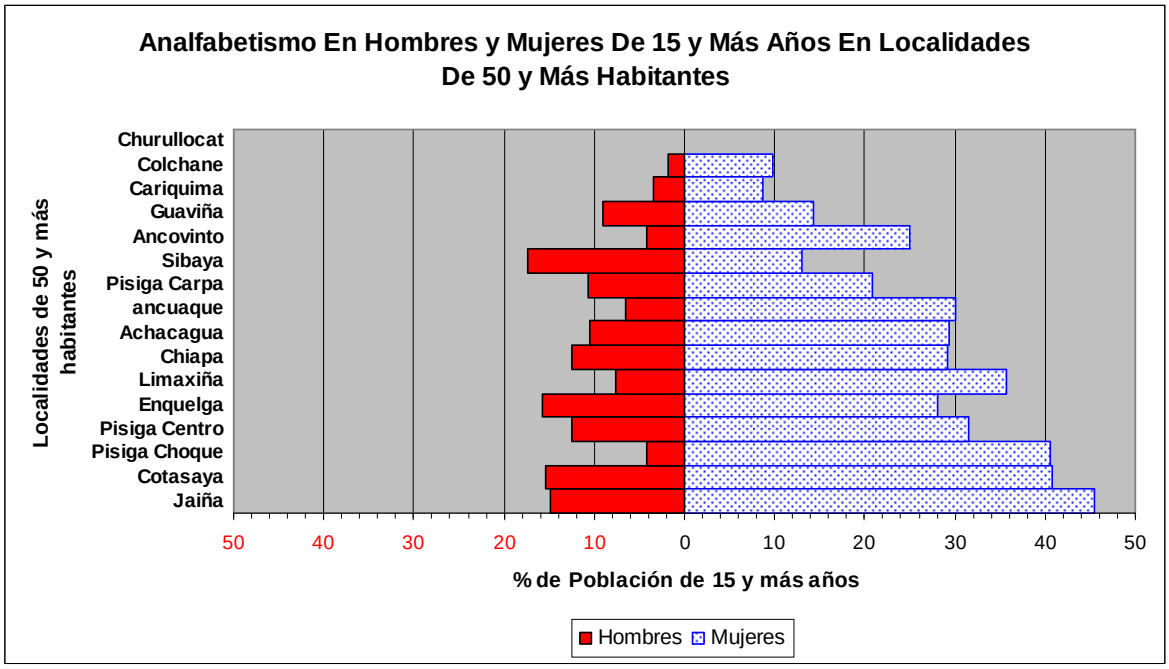
- La condición de analfabeto se incrementa con la edad, situación que abre una brecha generacional que se hace evidente a partir de los 50 años en materia de alfabetismo: de cada 100 habitantes entre 65 a 69 años, cerca de 47 personas no leen ni escriben. En cambio, de cada 100 jóvenes 25 y 29 años, sólo 3,4 son analfabetos.

Tabla Nº 5-61 Localidades Con 50 y Más Habitantes Según Analfabetismo de la Población con 15 y más Años.

DISTRITO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN CON 15 Y MÁS AÑOS	% TOTAL ANALFABETOS	% ANALFABETISMO HOMBRES	% ANALFABETISMO MUJERES
Isluga	Colchane	236	188	5,3	1,9	9,8
Isluga	Cotasaya	118	66	25,8	15,4	40,7
Isluga	Pisiga Carpa Nuevo	111	52	15,4	10,7	20,8
Isluga	Pisiga Choque	91	56	25,0	4,2	40,6
Chiapa	Chiapa	75	56	19,6	12,5	29,2
Cariquima	ancuaque	74	51	15,7	6,5	30,0
Cariquima	Cariquima	72	52	5,8	3,4	8,7
Cariquima	Ancovinto	69	40	12,5	4,2	25,0
Chiapa	Jaiña	66	49	28,6	14,8	45,5
Guaviña	Limaxiña	64	27	22,2	7,7	35,7
Guaviña	Achacagua	64	36	19,4	10,5	29,4
Guaviña	Guaviña	62	43	11,6	9,1	14,3
Guaviña	Sibaya	62	46	15,2	17,4	13,0
Cariquima	Churullocat	61	61	0,0	0,0	0,0
Isluga	Enquelga	58	44	22,7	15,8	28,0
Isluga	Pisiga Centro Nuevo	54	35	22,9	12,5	31,6

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Figura Nº 5-51 Analfabetismo en Hombres y Mujeres de 15 y Más Años en Localidades de 50 y Más Habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

Tabla Nº 5-62 Localidades Con 50 y más Habitantes, Tasas Especificas de Analfabetismo Según Grupo de Edad.

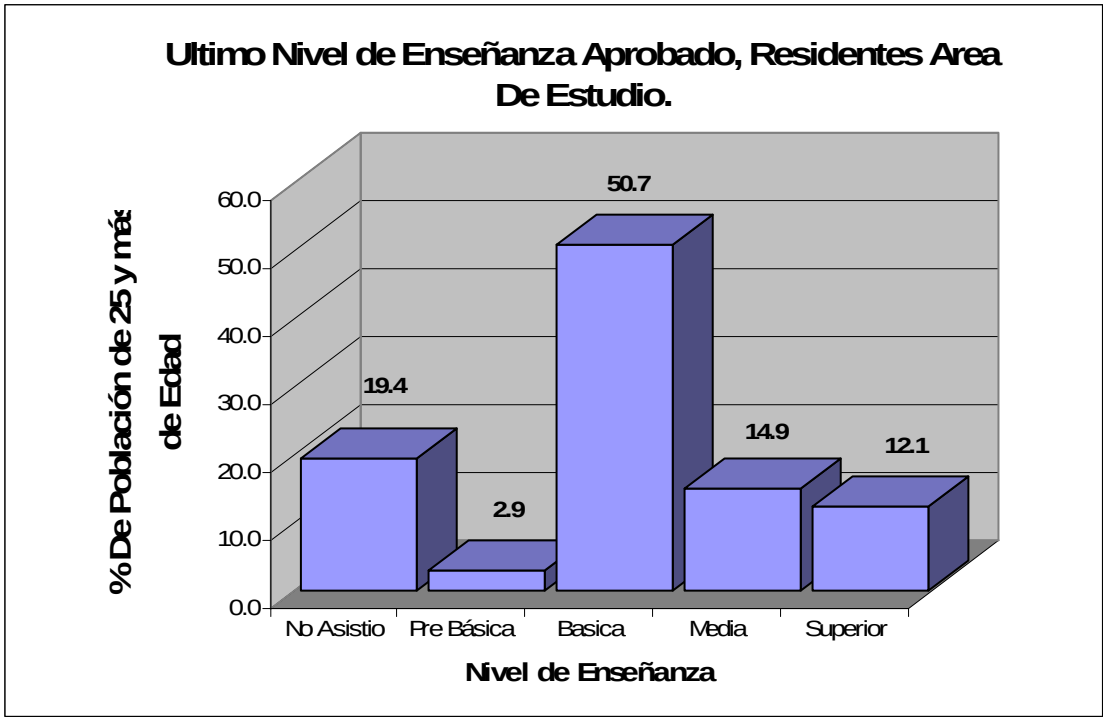
GRUPO DE EDAD	SI LEE Y ESCRIBE	NO LEE NI ESCRIBE	POBLACION TOTAL	TASA ESPECIFICA DE ANALFABETISMO %
15-19	104	3	107	2,8
20-24	110	2	112	1,8
25-29	84	3	87	3,4
30-34	76	9	85	10,6
35-39	80	5	85	5,9
40-44	66	6	72	8,3
45-49	57	9	66	13,6
50-54	60	12	72	16,7
55-59	29	7	36	19,4
60-64	33	10	43	23,3
65-69	19	17	36	47,2
70-74	26	21	47	44,7
75-79	12	14	26	53,8
80 y más	13	15	28	53,6
Total	769	133	902	14,7

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

El Censo entiende por nivel de instrucción el nivel más alto a que haya llegado la persona en el sistema de educación regular del país, o su equivalente. De acuerdo con esto, se puede destacar que la población de nuestra área de interés reacciona de manera diversa ante los diferentes niveles de instrucción que ofrece el sistema nacional.

Los antecedentes de niveles de educación de la población con 25 y más años, indican que aproximadamente el 19% de los residentes del área de estudio nunca asistieron a algún nivel del sistema de educación formal. Poco más de la mitad cursó y aprobó hasta la enseñanza general básica (50,7%), un 14,9% aprobó la enseñanza media y solo un 12,1% curso educación superior, ya sea en las modalidades de Centro de Formación Técnica, Instituto Profesional o Universidad.

Figura Nº 5-52 Último Nivel de Enseñanza Aprobado, Residentes Área de Estudios

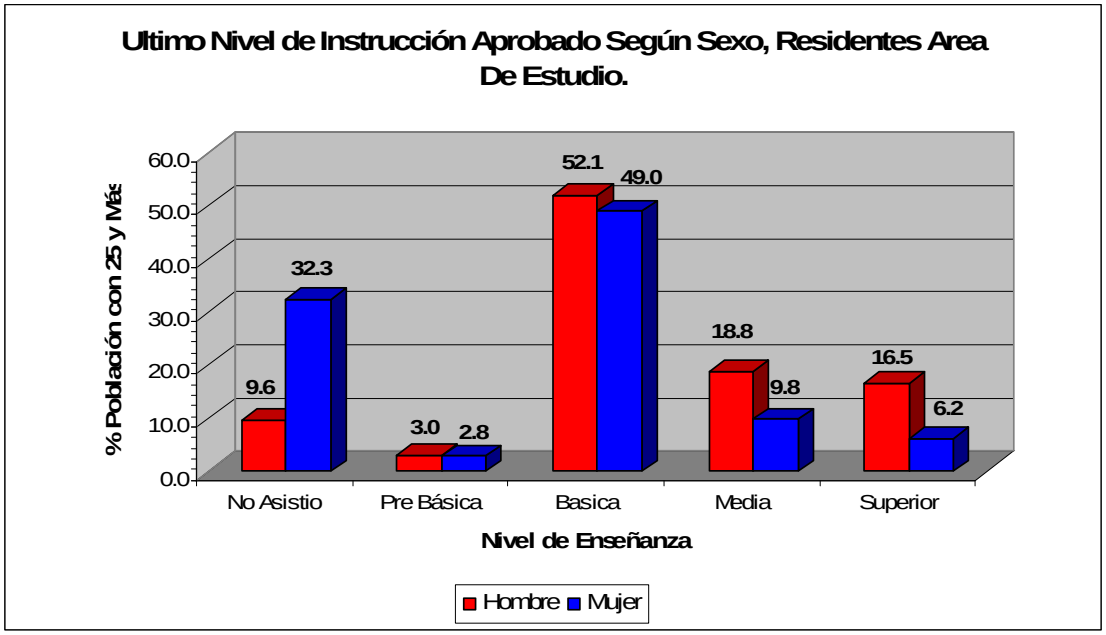


Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

La escasa cantidad de personas que llega a niveles de educación técnica o universitaria y el alto porcentaje de estudiantes insertos en educación básica y media, demuestra que, al igual que otros sectores de la sociedad chilena, el "techo" en el proceso de ascenso, está determinado, como tendencia general, por la educación media, barrera que es superada por un 12,1% de los habitantes que llega a la educación superior.

Por Sexo se ratifica la brecha identificada entre hombres y mujeres. Cerca de un tercio de las mujeres no participa del proceso de educación formal, mayoritariamente accede hasta el nivel de enseñanza básica y solo un 6% accede a la educación superior. En tanto en los hombres se observa una mayor proporción que accede a los niveles de enseñanza básica, media y superior.

Figura Nº 5-53 Último Nivel de Instrucción Aprobado Según Sexo, Residentes Área de Estudios



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos Censo de Población y Vivienda año 2002, INE.

El Analfabetismo como indicador de marginalidad y exclusión social se materializa en que la tasa de analfabetismo es quintuplicada en la comuna de Colchane en relación con la población no indígena de la misma comuna, y el promedio de años de estudio aprobado de mayores de 15 años en Colchane es de 5. 4 en población aymara y de 11. 4 en población no aymara. (MINSAL, 2007).

5.5.6.6 Proyecciones de población

La situación base para la proyección de población en el área de estudio, se define por los registros censales de los años 1992 y 2002. Las características demográficas regionales expresadas en el último intercenso son las siguientes:

- Población regional al año 2002 de 238.950 habitantes, que representa al 1,58% de la población nacional.

- Crecimiento de la población regional año 2002 de un 44,4% respecto del año 1992, a una tasa media anual de 3,7%.

- La tendencia de crecimiento regional se replica en todas las unidades de su división político administrativa, con la excepción de la comuna de Camiña cuya población decrece.

- Para el área de estudio, conformada por la totalidad de los distritos censales de la Comuna de Colchane y dos de la comuna de Huara, el intercenso 1992 – 2002 expresa un crecimiento prácticamente nulo (dado el aumento solo 8 residentes), a una tasa media anual de tan solo 0,04%.

- A nivel distrital se identifican dinámicas diferenciadas: de crecimiento nulo en sectores como Isluga y Puchuldiza; de crecimiento moderado en Cariquima; de alto crecimiento en Caico y situaciones de pérdida de población en los sectores de Chiapa y Guaviña de la comuna de Huara.

Tabla Nº 5-63 Situación Base Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá

UNIDAD TERRITORIO	POBLACION 1992	POBLACION 2002	VARIACION %	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO (r)
Región de Tarapacá	**165.460**	**238.950**	**44,4**	**3,7**
Provincia de Iquique	**151.677**	**216.419**	**42,7**	**3,6**
Comuna de Iquique	146.089	166.204	13,8	1,3
Comuna de Alto Hospicio	5.588	50.215	798,6	24,6
Provincia del Tamarugal	**13.783**	**22.531**	**63,5**	**5,0**
Comuna Pozo Almonte	6.322	10.830	71,3	5,5
Comuna de Camiña	1.422	1.275	-10,3	-1,1
Comuna de Colchane	1.555	1.649	6,0	0,6
Comuna de Huara	1.972	2.599	31,8	2,8
Comuna Pica	2.512	6.178	145,9	9,4

Fuente: INE, XVI Censo Nacional de Población y V de Vivienda año 1992; XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda año 2002.

Tabla Nº 5-64 Situación Base Censos 1992- 2002, Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.

COMUNA / DISTRITO	POBLACION 1992	POBLACION 2002	VARIACION %	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO (r)
Comuna de Colchane	**1.555**	**1.649**	**6,0**	**0,6**
Isluga	1.121	1.131	0,9	0,1
Cariquima	404	480	18,8	1,7
Puchuldiza	6	6	0,0	0,0
Caico	24	32	33,3	2,9
Sectores Comuna de Huara	**627**	**541**	-13,7	-1,5
Chiapa	220	160	-27,3	-3,1
Guaviña	407	381	-6,4	-0,7
Área de Estudio	**2.182**	**2.190**	**0,4**	**0,04**

Fuente: Elaboración propia a partir de bases de datos Censos de Población y Vivienda años 1992 y 2002, INE.

La proyección regional y provincial, derivada del nivel nacional, elaboras conjuntamente entre el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) de la CEPAL y el Instituto Nacional de Estadísticas definen para la población de la región de Tarapacá y sus provincias, las siguientes tendencias al año 2020:

- Continuidad en las tendencias de crecimiento poblacional para la región de Tarapacá y sus provincias de Iquique y del Tamarugal. Sin embargo la región y la provincia de Iquique, crecerán a ritmos decrecientes, en tanto la provincia del Tamarugal a un ritmo alto y constante (tasa medias anuales del orden del 5%), situación que le hará duplicar su población entre los años 2000 y 2020.

Según el PLADECO 2008, la incorporación de la población al sistema educativo formal que ha sido paulatina, ha generado ¨aspiraciones¨ sociales de mayor educación, repercutiendo en que el interés por las actividades tradicionales de agricultura y ganadería, ya no sea unívoco en las nuevas generaciones. De ello deriva el interés por migrar a las urbes en busca de mejores perspectivas educacionales

Según explica el PLADECO, *¨Sin embargo, lo anterior no supone una disminución efectiva de la población dedicada a las actividades agroganaderas. En efecto, si en el año 1992 existía un 35% de la población ocupada que se dedicaba a actividades del sector terciario, en el año 2002 este porcentaje había aumentado a un 55,26%. Esto reflejaría que durante la década del 90´ la población ocupada de Colchane aumentó su participación en actividades económicas ligadas a la administración pública, comercio, transportes y telecomunicaciones. Sin embargo, aunque existe una gran disminución del porcentaje de participación de la población activa ocupada en el sector silvoagropecuario, ésta no es reflejo de una disminución de igual magnitud en el número de personas dedicadas a esta actividad, si en 1992 eran 217 las personas ocupadas por este sector, en el año 2002 fue de 209 personas"*[5]

En relación a la condición de ocupación de las personas de la comuna, un 37,56% de la población se encuentra trabajando por ingreso, un 24,11% realiza quehaceres en su hogar y solamente un 1,56% se encuentra buscando trabajo por primera vez. De esta última cifra podemos deducir que al ser la población mayoritariamente adulta ya han realizado el proceso inicial de búsqueda.

Tabla Nº 5-65 Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año).

AÑO	PROVINCIA DE IQUIQUE	PROVINCIA DEL TAMARUGAL	REGIÓN DE TARAPACÁ
1990	149.994	13.586	163.580
1995	183.956	18.119	202.075
2000	221.825	23.038	244.863
2005	249.118	29.893	279.011
2010	275.072	39.462	314.534
2015	298.741	51.761	350.502
2020	319.263	66.194	385.457

Fuente: CELADE, INE, 2005.

- El alto crecimiento demográfico que se espera para la Provincia del Tamarugal en los próximos años, será consecuencia de un comportamiento heterogéneo por comunas. Esta será resultado de un alto crecimiento de las comunas de Pica y Pozo Almonte; de un crecimiento moderado de la comuna de Huara; y la ocurrencia de procesos de pérdida de población, de ritmo lento en la comuna de Colchane y de alto ritmo en la comuna de Camiña.

[5] Actualización del Plan de Desarrollo Comunal de Comuna de Colchane, Ilustre Municipalidad de Colchane, Gobierno Regional de Tarapacá, Iquique diciembre 2008

Tabla Nº 5-66 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020.

PERIODO	PROVINCIA DE IQUIQUE	PROVINCIA DEL TAMARUGAL	REGIÓN DE TARAPACÁ
1990 - 1995	4.2	5.9	4.32
1995 - 2000	3.8	4.9	3.92
2000 - 2005	2.3	5.3	2.65
2005 - 2010	2.0	5.7	2.43
2010 - 2015	1.7	5.6	2.19
2015 - 2020	1.3	5.0	1.92

Fuente: Elaboración propia a partir de CELADE, INE, 2005.

Tabla Nº 5-67 Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año).

AÑO	COMUNA DE POZO ALMONTE	COMUNA DE PICA	COMUNA DE HUARA	COMUNA DE COLCHANE	COMUNA DE CAMIÑA
1990	6.228	2.466	1.939	1.542	1.411
1995	8.492	4.430	2.260	1.581	1.356
2000	11.129	6.278	2.651	1.666	1.314
2005	13.771	10.334	2.960	1.661	1.167
2010	16.724	16.779	3.292	1.640	1.027
2015	19.740	25.906	3.649	1.593	873
2020	22.658	37.269	3.997	1.522	748

Fuente: Elaboración propia a partir de CELADE, INE, 2005.

Tabla Nº 5-68 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020.

PERIODO	COMUNA DE POZO ALMONTE	COMUNA DE PICA	COMUNA DE HUARA	COMUNA DE COLCHANE	COMUNA DE CAMIÑA
1990 - 1995	6.4	12.4	3.1	0.5	-0.8
1995 - 2000	5.6	7.2	3.2	1.1	-0.6
2000 - 2005	4.4	10.5	2.2	-0.1	-2.3
2005 - 2010	4.0	10.2	2.1	-0.3	-2.5
2010 - 2015	3.4	9.1	2.1	-0.6	-3.2
2015 - 2020	2.8	7.5	1.8	-0.9	-3.0

Fuente: Elaboración propia a partir de CELADE, INE, 2005.

- En dicho contexto, la población del área de estudio entre los años 1990 y 2002 permaneció prácticamente estable, experimentando un crecimiento marginal a tasa medias anuales levemente por encima de cero. Reconociendo dicha tendencia se proyecta para los años 2000-2010, 2010 a 2020, el posicionamiento de un proceso de pérdida de población que paulatinamente se irá desarrollando a un mayor ritmo, con una tasa de descenso o perdida moderada de -1,1% para el quinquenio 2015 – 2020.

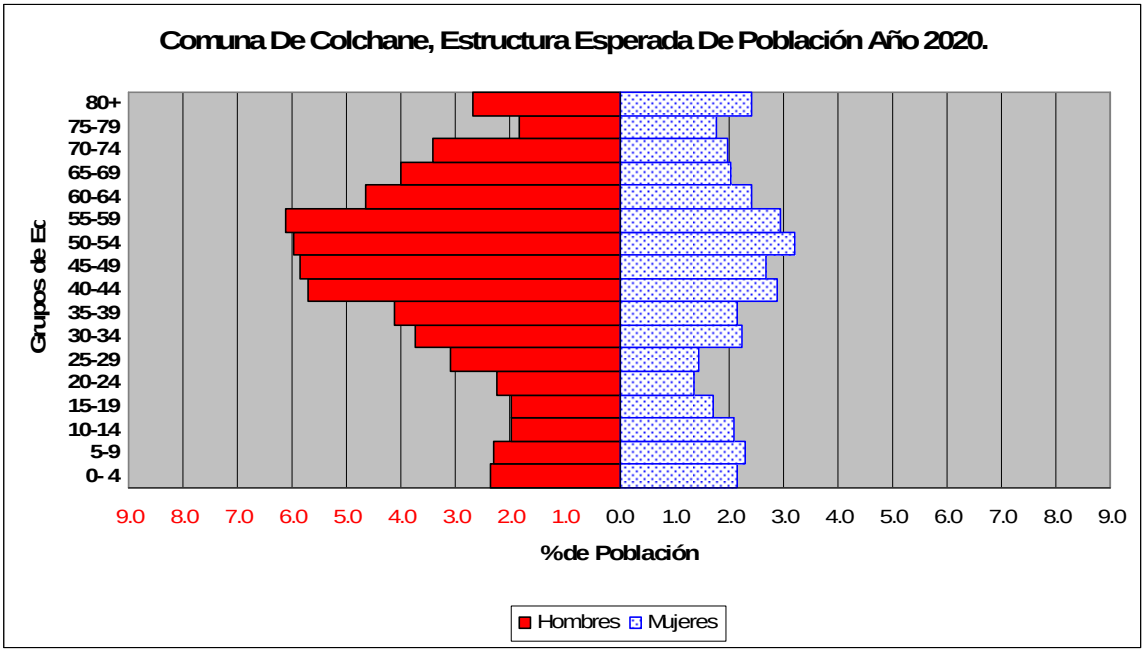
- De acuerdo a lo proyectado, el área de estudio al año 1990 disponía de 2.213 habitantes, el año 2000 de 2.259, el año 2010 de 2.154 y se espera para el 2010 un total de 1.958 habitantes.

- Junto a la tendencia de descenso o de pérdida de población, se espera para el 2020 la consolidación del envejecimiento de la estructura de edades, donde el segmento de residentes con 65 y más años ascendería al 20% de la población.

  Lo anterior operaría complementariamente con el aumento sustantivo de la población en edades productivas, que ascendería al 66 %, y una reducción a casi la mitad de la población infantil, que pasaría de un 30% en el año 2002 a un 13% para el 2020.

  El proceso de cambio de la estructura de población se manifestaría además, con la consolidación de una mayor participación masculina con un índice de masculinidad de 123 hombres por cada 100 mujeres del año 2000 a 163 hombres por cada cien mujeres en el año 2020.

Figura Nº 5-54 Comuna de Colchane, Estructura Esperada de Población Año 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de CELADE, INE, 2005.

Figura Nº 5-55 Comuna De Colchane, Indicadores Demográficos 2000 - 2020

INDICADOR	ANO				
	2000	2005	2010	2015	2020
Relación de Masculinidad	123.3	135.6	146.2	156.1	163.8
Relación de Dependencia	64	52	46	48	50
Población Menos de 15 años	30.7	23.3	18.6	15.6	13.2
Población 15-64 años	60.8	66.0	68.6	67.8	66.6
Población 65 años o más	8.5	10.7	12.8	16.6	20.2

Fuente: Elaboración propia a partir de CELADE, INE, 2005.

5.5.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

5.5.7.1 Economía y Situación Ocupacional

Este ítem será analizado considerando como unidad de interés estrictamente a la comuna de Colchane, que dice relación con el territorio más directamente influido por el Proyecto.

Las fuentes de información de este ítem son variadas, pero principalmente tomamos información Censo 2002 e información local (PLADECO-PLADETUR Municipalidad de Colchane)

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.

Tabla Nº 5-69 Actividades Económicas Comuna de Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
categorías	NUMERO DE CASOS						
agricultura, ganadería, caza y actividades de tipo servicio conexas	61	42	10	26	27	11	
pesca, explotación de criaderos de peces y granjas piscícolas, actividades de servicios relacionadas con la pesca						1	
extracción de minerales metalíferos	1						2
fabricación de otros productos minerales no metálicos					2		
fabricación de productos textiles	2	1			1	1	
fabricación de prendas de vestir, adobo y teñido de pieles	1	1					
curtido y adobo de cueros, fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y guarnicionería, y calzado						1	
fabricación de muebles, industrias manufactureras n.c.p.				1			
producción de madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles, fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	1						
construcción	19	2	1	1	11		
venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas, venta al por menor de combustible para automotores	1			1	2		
comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos	9		1		10	2	
hoteles y restaurantes	1		1				
transporte por vía terrestre, transporte por tuberías	26	2	13		4		1
actividades de transporte complementarias y auxiliares, actividades de agencias de viajes	13			1	1	1	
correo y telecomunicaciones	1						

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
categorías	**NUMERO DE CASOS**						
otras actividades empresariales	3						
administración publica y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria	76	3		37	2		
enseñanza	16	1	1		11		
actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas					2		
actividades de servicios sociales y de salud	2	1			1		
otras actividades de tipo servicio	3			1	3		
hogares privados con servicio domestico	4				1		
total	240	53	13	68	78	17	3

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo 2002.

Las actividades laborales que realiza la población, reflejan asimismo las orientaciones económicas ya que un 32,63% corresponde a agricultores y ganaderos, que realizan su labor distribuida en las distintas localidades, existiendo también trabajadores en las áreas de transporte y de servicios públicos, estos últimos sobretodo en la localidad de Colchane, como cabeza de comuna.

Tabla Nº 5-70 Código de Ocupación Comuna de Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
categorías	**NUMERO DE CASOS**						
ignorado	12		1	2	20		
fuerzas armadas, carabineros e investigaciones	13						
miembros de los poderes ejecutivo y legislativo y personal directivo de la administracion publica	1						
gerentes de pequeñas empresas (tienen 1 o 2 directores)	3				2	2	
profesionales de las ciencias biológicas, la medicina y la salud	1				1		
profesionales de la enseñanza	10	1	1		5		
otros profesionales científicos e intelectuales	3				1		
técnicos y profesionales de nivel medio de las ciencias físicas y químicas, la ingeniería y afines	3		1		2		2
técnicos y profesionales de nivel medio de las ciencias biológicas, la medicina y salud	1				1		
maestros e instructores técnicos	1				3		
otros técnicos	23	1		35			
oficinistas	14			1	2		
trabajadores de los servicios personales y de protección y seguridad	8	2					
modelos, vendedores y demostradores	2				1		
agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias, forestales y pesqueras con destino al mercado	55	41	9	25	16	8	
trabajadores agropecuarios y pesqueros de subsistencia	3				5	2	
oficiales y operarios de las industrias extractivas y de la construcción	8			1	2		
oficiales y operarios de la metalurgia, la	1			1	2		

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
categorías	**NUMERO DE CASOS**						
construcción mecánica y afines							
mecánicos de precisión, artesanos, operarios de las artes graficas y afines	5	2		1	1	3	
operadores de instalaciones fijas y afines	1						
conductores de vehículos y operadores de equipos pesados y móviles	45	2		1	4	1	1
trabajadores no calificados de ventas y servicios	8				2	17	
peones agropecuarios, forestales, pesqueros y afines	3	1	1	1		1	
peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte	16	3			5		
total	240	53	13	68	78	17	3

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo 2002.

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%

Según el PLADECO 2008, la incorporación de la población al sistema educativo formal que ha sido paulatina, ha generado ¨aspiraciones¨ sociales de mayor educación, repercutiendo en que el interés por las actividades tradicionales de agricultura y ganadería, ya no sea unívoco en las nuevas generaciones. De ello deriva el interés por migrar a las urbes en busca de mejores perspectivas educacionales

Según explica el PLADECO, *¨Sin embargo, lo anterior no supone una disminución efectiva de la población dedicada a las actividades agroganaderas. En efecto, si en el año 1992 existía un 35% de la población ocupada que se dedicaba a actividades del sector terciario, en el año 2002 este porcentaje había aumentado a un 55,26%. Esto reflejaría que durante la década del 90´ la población ocupada de Colchane aumentó su participación en actividades económicas ligadas a la administración pública, comercio, transportes y telecomunicaciones. Sin embargo, aunque existe una gran disminución del porcentaje de participación de la población activa ocupada en el sector silvoagropecuario, ésta no es reflejo de una disminución de igual magnitud en el número de personas dedicadas a esta actividad, si en 1992 eran 217 las personas ocupadas por este sector, en el año 2002 fue de 209 personas¨*[6]

En relación a la condición de ocupación de las personas de la comuna, un 37,56% de la población se encuentra trabajando por ingreso, un 24,11% realiza quehaceres en su hogar y solamente un 1,56% se encuentra buscando trabajo por primera vez. De esta última cifra podemos deducir que al ser la población mayoritariamente adulta ya han realizado el proceso inicial de búsqueda.

[6] Actualización del Plan de Desarrollo Comunal de Comuna de Colchane, Ilustre Municipalidad de Colchane, Gobierno Regional de Tarapacá, Iquique diciembre 2008

Foto Nº 5-70 Plantación de quinoa localidad de Enquelga



Fuente: Elaboración propia.

En torno de los aspectos relevantes de la economía tradicional de la zona; esta es en base de la agricultura de la quinoa y la ganadería de camélidos.

El cultivo predominante en la zona es la quinoa; cuyo cultivo es orgánico en su mayoría; y sus posibilidades de cosecha requieren de aguas lluvia distribuidas de manera específica durante la estación, situación que por razones medioambientales no siempre permite cosechar. "Las ultimas sequias han generado una pérdida considerable del producto en etapa de cultivo, impidiendo casi toda la cosecha del año en curso, estimándose que de aproximadamente 500 kilos por Hectárea en año normal, este año se cosecharán 10 kilos" [7]

El destino de la quinoa, dependiendo de las condiciones ambientales, es el autoconsumo o bien la venta a menor escala y de manera informal, en los mercados Bolivia –al cruce de la frontera- o en ferias costumbristas de la comuna o de la Región. No existe una estructura de distribución sistemática del producto. Existiendo una demanda potencial tanto local asociada al turismo cultural, como en mercados regionales y nacionales e incluso internacionales, no hay organización para su producción y venta a mediana o gran escala; exceptuando el caso de la comunidad de Ancovinto, que ha obtenido certificación internacional como cultivo orgánico, en torno al cultivo y procesamiento de la quinoa.

Para ello se requiere activar una mirada integral sobre la economía. Tanto CONADI; como el INDAP a través de su programa PRODESAL (asistencia técnica y postulación a fondos), como el Departamento de Proyectos de la Municipalidad está trabajando en programas para fomentar la agricultura, tanto en su aspecto de condiciones de cultivo y producción como de comercialización, para satisfacer una demanda hoy invisible pero latente. Uno de los proyectos que se está considerando en la comuna para fortalecer el sistema agrícola, es implementar sistemas de riego tecnificado y canalizado y fomentar el carácter orgánico del cultivo para favorecer sus condiciones de comercialización. El Municipio ha incluido tecnología y maquinaria para potenciar la agricultura, como la compra de tractores. También se ha adjudicado un proyecto de la CONADI de alrededor de 150 millones de pesos para obras de riego, en donde se beneficiaron 15 familias y 6 comunidades indígenas.

[7] Entrevista Boris Tepes agrónomo programa Prodesal Comuna de Colchane

Sin embargo, la situación de la tierra individual (propiedad) es confusa en la comuna, contrastando con la metodología de asignación de fondos de proyectos PDI, dificultando el acceso a los mismos por parte de este tipo de agricultor, denunciando un problema de pertinencia cultural.

Por su parte, la otra gran rama de las actividades económicas tradicionales de la comuna, la ganadería, se relaciona con la crianza de camélidos americanos, principalmente llamas y alpacas. Las llamas como productoras de carne, cueros y lana. Las alpacas son utilizadas mayoritariamente para el uso de su lana, con el objetivo de realizar artesanías para la venta a los turistas.

Las llamas son consideradas para el autosustento. Asimismo, hemos identificado un mercado de pieles y cuero hacia Bolivia, comercializado de manera informal. La carne de llamo es consumida mediante faenamiento artesanal y no autorizado sanitariamente; de manera habitual por la población comunal, y del mismo modo es trasladada para su venta, intercambio o degustación en ferias costumbristas en las zonas urbanas. Antes de la entrada de MERCOSUR, hace aproximadamente 10 años, la carne de llamo tenía un mercado mayor y un consumo igualmente mayor tanto en el altiplano como en el ámbito urbano (existía incluso un matadero en Alto Hospicio), pero los precios de la carne importada de otro ganado han repercutido en su consumo.

La sequía y las enfermedades han debilitado también este recurso, involucrando las mismas entidades mencionadas para el caso de la quinoa, en posibles soluciones. Las zonas de pastoreo son territorios comunitarios, ya ligados directamente a la zona de bofedales, como a las zonas más altas con otro tipo de vegetación. Particularmente los bofedales son excepcionalmente sensibles al recurso lluvia.

La mano de obra dedicada a la crianza de ganado es principalmente la población adulta mayor, por razones de la migración joven hacia las ciudades. Muchos de los pastores son, del mismo modo, contratados bolivianos. La economía se ha visto afectada por la insuficiencia de mantención del sistema atribuible a la falta de recursos humanos en el lugar. Las actividades de pastoreo no están siendo bien manejadas y conducidas por una población joven que no vive permanentemente en el lugar. El ganado pasta en zonas cada vez más secas, sobresaturando los bofedales.

Foto Nº 5-71 Ganado en bofedal comuna Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las estrategias de desarrollo de la comuna, utilizando una mirada integral que parta de asumir estos problemas y condiciones de producción y distribución comercial, es ligar las actividades económicas tradicionales con el tema del turismo. Según el PLADECO el turismo que desea estimularse es ¨de intereses especiales¨,

intentando vincularlo con las formas de vida rural-indígena y sobretodo con estas actividades económicas tradicionales.

Foto Nº 5-72 Localidad de Ancuaque: el Área de Influencia representa un territorio de variado interés más allá de lo local



Fuente: Elaboración propia.

También es clara la noción de trabajo comunitario y organización comunitaria para resolver problemas; y repartición de bienes de igual condición.

En relación al tipo de comercio; en su mayoría el comercio no está regulado. Las actividades comerciales formales presentes en la comuna son las descritas en la tabla siguiente. A través de ella podemos deducir que las escasas actividades comerciales son principalmente informales, sin contar con patentes municipales.

Tabla Nº 5-71 Patentes Comerciales Comuna Colchane

NOMBRE COMERCIAL	PROPIETARIO	RUT	UBICACIÓN	AÑO DE INICIO ACTIVIDADES
Hotel Isluga	German García García	9.534.420-8	Colchane	2009
Hostal Camino del Inca	Maximinia Esteban Flores	7.718.515-1	Colchane	2005 (aprox)
Almacen Flor de Mauque	Toriobio Mamani Mamani	5.975.646-k	Colchane	2005 (aprox)

Fuente: Elaboración propia.

Las Charqueras son un tipo de comercio informal, su mercado lo constituyen quienes esperan cada madrugada el turno para cruzar por el Complejo Fronterizo Integrado, ubicado a pocos metros. El Hotel Isluga, se ve igualmente favorecido por este público, a quien ofrecen servicios de restaurant.

Foto Nº 5-73 "Charqueras"; puesto de comercio informal en las afueras de Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se identifica un uso muy extenso –que coexiste con el uso del dinero- del trueque y otros sistemas de intercambio económico tradicionales. Del mismo modo, los canales de comercio tradicionales evidencian un sentido de unidad territorial incluso transfronteriza, que refleja elementos identitarios del mundo aymara.

La frontera nacional Chile Bolivia no posee un correlato estricto con las fronteras culturales, produciéndose muchos intercambios económicos entre las localidades vecinas de ambas naciones. El principal evento de intercambio observado es la feria quincenal de Pisiga Bolivia, ubicada a pocos metros de donde se encuentra hoy el Complejo Fronterizo Integrado. A la feria asisten comerciantes y compradores de ambos países, siendo el elemento común el uso de los elementos de la dieta, la casa y la vestimenta. Productos como la quinoa, la coca, la carne y pieles de animales, son tranzados allí por compradores cuyo mercado se garantiza por el patrón cultural común. Pisiga Bolivia es la fuente de abastecimiento incluso de abarrotes chilenos comprados en la ZOFRI en Iquique.

Foto Nº 5-74 Feria Quincenal en Pisiga Bolivar, Bolivia



Fuente: Elaboración propia.

5.5.7.2 Desarrollo Humano y Vulnerabilidad Sociosanitaria

Con respecto al desarrollo humano, éste se entiende como: "*el proceso mediante el cual se aumentan las capacidades y oportunidades de las personas. Ello apunta a reconocer a todos los individuos como sujetos sociales capaces de perseguir la realización del tipo de vida que les parezca favorable*"[8]

Por su parte el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador elaborado por el Programa de Naciones Unidas y el Ministerio de Planificación, que responde a tres dimensiones: Salud (esperanza de vida), Educación (nivel de Escolaridad) e Ingresos (promedio per cápita del hogar), además de medir las capacidades humanas, establecer logros y definir metas sociales.

En el año 1994 y posteriormente en el 2003, con el valor de este indicador (IDH) se elaboró un ranking comunal, que ordena de mayor a menor las comunas del país, en relación a su desarrollo. Con esto se puede observar la realidad de cada una de ellas en cuanto a las dimensiones que aborda el IDH.

Tabla Nº 5-72 Índice de Desarrollo Humano, Comuna Colchane

Ranking 2003	Región	Unidad Administrativa	Valor IDH	Valor Dimensión salud	Valor Dimensión educación	Valor Dimensión ingresos	Cambio de posición ranking comparativo 1994-2003
327	I	Comuna Colchane	0,603	0,809	0,628	0,372	8

Fuente: PNUD 2003.

En el año 2003 la comuna de Colchane se encontraba en el lugar N° 327 de un total de 341 comunas que componen el país y su índice de desarrollo humano es de 0,603. La dimensión mejor evaluada es salud, y la que tiene peor evaluación es ingresos. La comuna presenta un avance en la posición del ranking de 8 puestos, lo cual se debe a su avance en temas de salud.

[8] Trayectorias del desarrollo humano en las comunas de Chile (1994 – 2003), PNUD, P:10

La situación de vulnerabilidad que presenta la comuna queda reflejada también en los porcentajes de pobreza, representados en la tabla siguiente. Hay que mencionar que el porcentaje total de pobreza (50,9) es el más alto de toda la provincia.

Tabla Nº 5-73 Niveles de Pobreza, Comuna Colchane

PROVINCIA/ COMUNA	INDIGENCIA	POBREZA NO INDIGENTE	TOTAL POBREZA	NO POBRES
Provincia del Tamarugal	3,2	8,0	11,2	88,8
Comuna Colchane	24,1	26,8	50,9	49,1

Fuente: Elaboración propia, Casen 2006.

La vulnerabilidad económica de la comuna tiene que ver con tasa de analfabetismo, analizadas en el ítem correspondiente a Demografía. Se observa asimismo, en la precariedad de sus servicios básicos, ya que como se ve en el apartado de infraestructura y equipamiento básico, la comuna no cuenta con sistema de alcantarillado, electricidad y disposición autorizada de la basura.

Pero es particularmente interesante de analizar tal vulnerabilidad desde una mirada de los indicadores vitales y epidemiológicos existentes. Este análisis se hace considerando la población asignada del Servicio de Salud Iquique, tanto población aymara como no aymara, en base a Censo 2002 y datos epidemiológicos. (Perfil Epidemiológico Básico de la Población Aymara de la Provincia de Iquique. Serie Análisis de situación de salud de los pueblos indígenas de Chile nª 3, MINSAL, 2007)

La Red del Servicio de Salud Iquique atiende a una población que en más de un 90% radica en la comuna de Iquique. La Red Asistencial está compuesta por el Hospital de alta complejidad Ernesto Torres con una capacidad de 405 camas y un enfoque intercultural en alguno de sus servicios asistenciales, particularmente ¨parto aymara¨. Existe un Consultorio Adosado de Especialidades en Iquique y una red de establecimientos municipales de tipo consultorio (5 urbanos y 2 rurales) y postas rurales (14). Finalmente la Red cuenta también con 2 consultorios de salud mental (COSAM), uno de los cuales cuenta desde 2005 con elementos de pertinencia cultural, ubicada en Alto Hospicio.

Los servicios asistenciales de la comuna de Colchane serán referidos en el ítem correspondiente a infraestructura y equipamiento básico.

En términos generales, epidemiológicamente la población aymara refleja una vulnerabilidad superior a la de la población general de la jurisdicción del Servicio, existiendo un Perfil de morbimortalidad diferente entre aymara y no aymara de una misma área. Lo común a las poblaciones aymara de Iquique y Arica es el patrón de sobremortalidad que evidencia condiciones de vida desfavorables.

El análisis diferenciado muestra que la población aymara tiene mayor riesgo de morir (50%) que la no aymara de la misma región; siendo de un 60% mayor para hombres y de un 40% en mujeres, y esta diferencia de sexo significa que el grupo que concentra el riesgo es el de los hombres aymara, entre los 35 y los 54 años. Las tasas brutas de mortalidad en población aymara reflejan brechas de acceso a la salud. Por las condiciones de vulnerabilidad, el riego de morir antes de cumplir un año en niños aymara es un 90% más alto que la población no aymara.

Para la población aymara adulta se asocia con causas de muertes asociadas a enfermedades de la modernidad, como cáncer, enfermedades cardiovasculares y accidentes.

Para este estudio, ¨*Desde un punto de vista teórico, la situación epidemiológica de la población aymara corresponde a un patrón denominado de ¨transición prolongada y polarizada¨ caracterizado por el traslape de etapas, en que persisten simultáneamente altos niveles de infecciones comunes, enfermedades degenerativas-crónicas y lesiones, en un contexto de agudización de las desigualdades sociales en materia de salud. Este patrón es claramente*

observable en el perfil de morbimortalidad donde coexisten causas de muerte asociadas con la modernidad, como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y accidentes, con una alta mortalidad por tuberculosis y una alta incidencia de esta enfermedad y de la Hepatitis A relacionadas etas con pobreza e inequidad"[9]

Esta vulnerabilidad epidemiológica refleja a su vez –desde la antropología médica- una posición estructural desfavorable de la comunidad aymara en relación con la sociedad mayor.

5.5.7.3 Conclusiones

En relación al tema demográfico del área de estudio conformada por la totalidad de la comuna de Colchane con cuatro distritos censales (Isluga, Cariquima, Puchuldiza y Caico) y sectores de la comuna de Huara, correspondientes a los distritos censales de Chiapa y Guaviña, todos de carácter rural. Corresponde a un sector de baja densidad poblacional, 0,4 habitantes por Km², con un total de 2.190 habitantes al año 2002 y una superficie de 5.677 km².

Territorialmente la población se distribuye de manera predominante en los distritos de Isluga (51,6%) y Cariquima (21,9%), de la comuna de Colchane, y en el distrito de Gauviña (17,4%) de la comuna de Huara, concentrando en su conjunto 1.992 habitantes correspondientes al 91% de la población en una superficie equivalente al 69,4% del área de estudio.

Dispone de un sistema de asentamientos de carácter menor con una distribución de población altamente desequilibrada, con gran número de entidades de baja población y concentración relativa de habitantes principalmente en dos a tres entidades. Este sistema se conforma por 125 localidades que en su mayoría corresponden a comunidades indígenas de la etnia Aymará (87; 69,6%), todas ellas con localización en la comuna de Colchane

El sistema de asentamientos se estructura en cinco niveles. Un centro principal correspondiente a la localidad de Colchane (más de 200 habitantes), el cual duplica en población a las localidades pertenecientes al segundo nivel jerárquico de aproximadamente 100 habitantes, conformado por las localidades de Cotasaya, Pisiga Carpa Nuevo y Pisiga Choque; luego un conjunto de 13 localidades menores que constituyen un tercer nivel con poblaciones que fluctúan entre los 54 a 75 habitantes; un cuarto nivel, mayoritario con 64 localidades de 1 a 50 habitantes, y finalmente un quinto nivel con 47 localidades que disponiendo de viviendas (aproximadamente el 8% de las viviendas del área de estudio) carecen de residentes.

Su patrón de localización se configura generalmente junto a la red vial existente y a cursos de agua predominantemente de carácter estacional. Un rasgo importante en la localización, es la proximidad espacial entre el primer y segundo nivel de jerarquía en torno al río Sitani y cercanos a la frontera con Bolivia

El conjunto del área dispone de un total de 2.064 viviendas, dos tercios de los cuales se encuentran desocupadas lo que se vincularía principalmente a situaciones estaciónales de uso, derivadas de formas de vida y al carácter étnico de la población en el área de estudio.

El análisis de los registros censales 1992 y 2002, permiten definir una situación base de la población caracterizada por:

[9] Perfil Epidemiológico Básico de la Población Aymara de la Provincia de Iquique. Serie Análisis de situación de salud de los pueblos indígenas de Chile nª 3, MINSAL, 2007, pp

- Crecimiento prácticamente nulo a una tasa media anual de 0,04%.

- Predominancia de la población masculina prácticamente en todas las edades, situación que se acentúa en los últimos diez años.

- Estructura de edades en proceso cambio, a través de la reducción de la población infantil, aumento de los grupos de edades productivas e incremento relativo y absoluto de la tercera edad, de lo que se deduce el envejecimiento de la estructura de edades.

- Establecimiento de sistemas de interrelación espacial principalmente con otras comunas de la región de Tarapacá y de la región de Arica y Parinacota, a través de flujos de emigrantes, mayoritariamente conformado por mujeres, y de inmigrantes, de composición mayoritaria masculina. En los flujos de inmigrantes, es importante la vinculación con la República de Bolivia.

En términos de composición el rasgo más importante lo constituye la pertenencia étnica de la población, con un 79,3% que declara en el último censo pertenecer a algún pueblo originario o indígena. De la población total un 76,8% indica pertenencia a la cultura Aymara, grupo mayoritario no solo de las comunidades indígenas de la comuna de Colchane, sino que también de las entidades pobladas de los distritos de Chiapa y Guaviña de la Comuna de Huara.

La población se caracteriza por un alto nivel de analfabetismo, el que asciende a un 17,2% de la población con 15 y más años de edad por sobre el analfabetismo nacional y de zonas rurales.

A lo anterior se suma un bajo nivel educacional. Aproximadamente el 19% de los residentes de 25 y más años nunca han asistido a algún nivel del sistema de educación formal. Poco más de la mitad cursó y aprobó hasta la enseñanza general básica (50,7%), un 14,9% aprobó la enseñanza media y solo un 12,1% curso educación superior, ya sea en las modalidades de Centro de Formación Técnica, Instituto Profesional o Universidad.

El nivel educacional define una brecha entre hombres y mujeres. El analfabetismo es 3 veces mayor en mujeres, y su nivel de participación y aprobación en la educación formal es claramente menor al masculino.

Las tendencias de población proyectadas para el área de estudio indicarían el posicionamiento de un proceso de perdida de población que paulatinamente se irá desarrollando a un ritmo mayor con una tasa de descenso o de perdida más bien moderada del orden del -1,1% anual para el quinquenio 2015 – 2020.

Junto a la tendencia de descenso, se espera la consolidación del envejecimiento de la estructura de edades, aumento de la población en edades productivas y mantenimiento de una mayor participación masculina en la estructura de población.

Las transformaciones en la estructura de edades generarían un nuevo cuadro de demandas caracterizado por una menor demanda por educación general básica, mayor presión por empleo, y necesidades de mayor cobertura y diversificación de sistemas de protección y asistencia al adulto mayor

Por su parte con respecto al tema socioeconómico observamos que la comuna de Colchane tiene un gran potencial en relación a la agricultura, ganado y turismo, y es en estas dos primeras en donde las personas desarrollan principalmente sus actividades. Para fomentarlas se están elaborando programas en conjunto con la municipalidad y organismos estatales como CONADI.

En el estudio se tiene que tener presente que la comuna de Colchane es una de las más vulnerables de nuestro país, lo que se refleja en los altos niveles de pobreza y precariedad en acceso a servicios básicos.

5.5.8 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO BÁSICO

5.5.8.1 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%).

Tabla Nº 5-74 Tipo de Vivienda Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO 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

Fuente: Elaboración propia, Censo 2002.

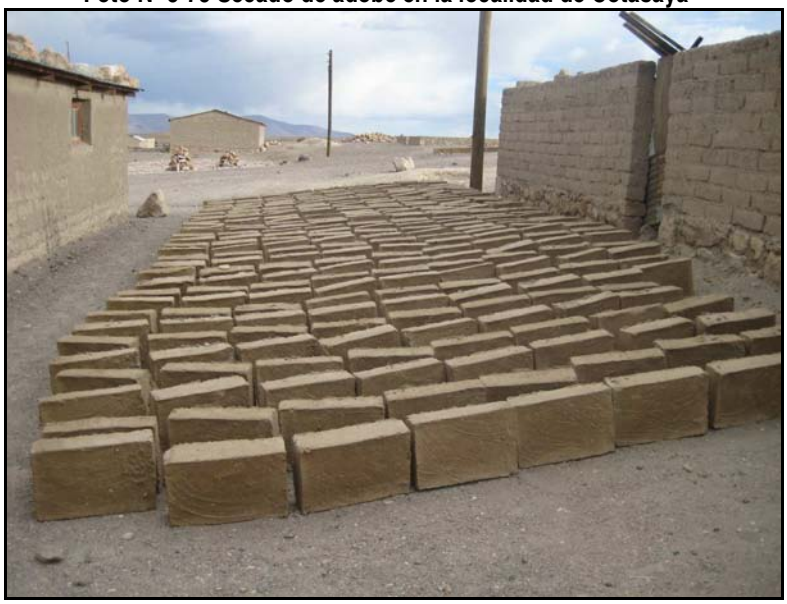
Las viviendas que hoy se encuentran en los distintos poblados conforman un mosaico tanto de estilo arquitectónico como en cuanto a la materialidad.

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.

En este sentido, la comunidad ha reclamado una adecuación pero esta se contradice con los costos económicos de construir a tanta distancia y con la falta de mano de obra especializada en técnicas y materiales no oficiales. Por otra parte, el adobe no es un material reconocido en la norma técnica que regula la construcción de subsidios en Chile.

Pese a que la política de subsidios de emergencia y rurales no ha sido culturalmente pertinente, la comunidad continúa generando estructuras habitacionales paralelas con materiales propios.

Foto Nº 5-75 Secado de adobe en la localidad de Cotasaya[10]



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que también algunas viviendas mezclan el adobe con piedras. Las puertas de los hogares son de madera al igual que las ventanas, éstas por lo general cuentan con vidrios.

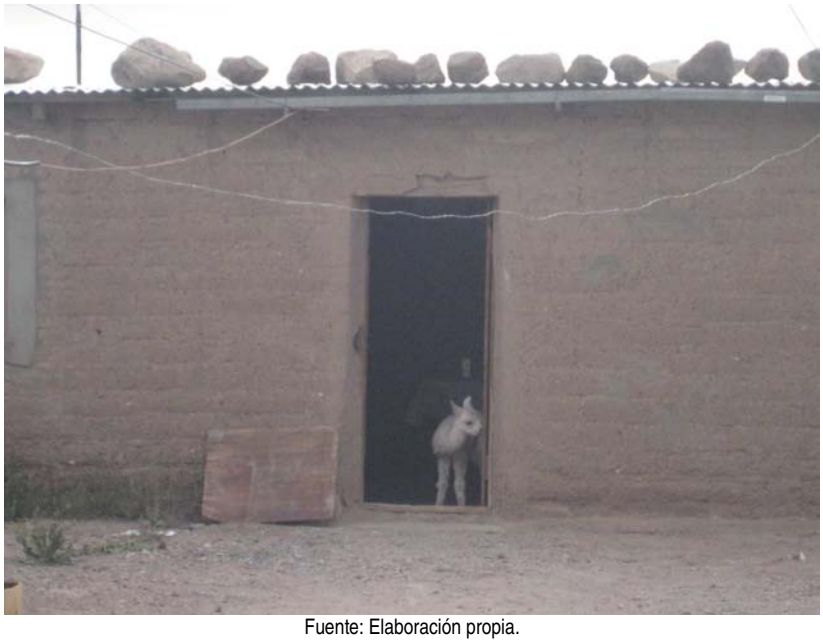
Hay que mencionar que el adobe cumple con una serie de características principalmente relacionadas con los sistemas de aislación, esto por el clima extremo de la comuna. Sin embargo este tipo de material debe contar con una mantención permanente, teniendo una duración de entre 5 a 10 años.

Por su parte los techos de las viviendas son mayoritariamente de planchas de zinc, las cuales son afirmadas con grandes piedras, esto por el viento que se levanta en la comuna. También se observan algunos techos de paja (coirón o totora) o superposiciones de este material, sobre las latas.

El subsidio de emergencia y los subsidios rurales han sido la fuente de provisión de viviendas para la comuna. Pese a que la distancia geográfica es un factor que SERVIU considera en el monto del subsidio, no existen en general empresas contratistas interesadas en construir un volumen de casas tan pequeño por localidad y al mismo tiempo falta de mano de obra.

[10] Pese a que la política de subsidios de emergencia y rurales no ha sido culturalmente pertinente, la comunidad continúa generando estructuras habitacionales paralelas con materiales propios. En la foto Foto Nº 5-75, elaboración y secado al sol de adobe tradicional en la localidad de Cotasaya.

Foto Nº 5-76 Techumbres de las viviendas[11]



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-77 Viviendas localidad de Cotasaya Comuna Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2010 se tiene un proyecto de subsidio rural para las localidades de Colchane, Cotasaya y Pisiga Choque, en donde se beneficiaran a 30 familias. Las viviendas son de 38 metros cuadrados, con una construcción

[11] Las casas con techumbre de zinc son comunes en la zona. Sus habitantes han debido instalar pesadas piedras para contrarrestar el efecto de los vientos.

en bloque con metalcom y hormigón. Uno de los problemas que se ha tenido al momento de comenzar con los planes de subsidio son los títulos de dominio, ya que éstos no son individuales sino que comunales Por esta razón es complejo acceder al subsidio, ya que es un requisito contar con un título individual. Para cumplir con esto algunas familias han regularizado e inscritos sus títulos individuales en un conservador de bienes raíces. Recientemente se ha formado convenio CONADI Serviu para trabajar en torno de criterios de pertinencia de la política habitacional, como el respeto a la propiedad comunal.

Según el Censo 2002, la propiedad de las viviendas en la comuna de Colchane es mayoritariamente propia (pagada totalmente) representado un 70,33%.

Tabla Nº 5-75 Propiedad de las Viviendas Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO DE CASOS**						
Propia (pagada totalmente)	142	21	7	22	53	11	
Propia (pagando a plazo)	2		2				
Arrendada	26		2				1
Cedida por trabajo o servicio	18	5	1		11		1
Gratuita	17	16			6		
Total	205	42	12	22	70	11	2

Fuente: Elaboración propia, Censo 2002.

El fenómeno de la migración que se ha generado en los últimos 30 años en la comuna de Colchane, ha provocado que muchas viviendas no se encuentren habitadas permanentemente. De esta forma según el Censo 2002 un 66,46% de las viviendas se encuentran desocupadas. Hay que señalar que para las fiestas patronales o carnavales las personas que viven en las zonas urbanas retornan a sus localidades. De esta forma, por lo general las personas cuentan con más de una vivienda, es decir, se tiene una vivienda en las zonas urbanas y otra en la localidad de origen.

Tabla Nº 5-76 Condición de ocupación de las viviendas Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO DE CASOS**						
Ocupada con personas presentes	212	42	12	23	72	11	2
Ocupada con personas ausentes		1			2		
Desocupada	334	158	43	24	171	8	9
Total	546	201	55	47	245	19	11

Fuente: Elaboración Propia, Censo 2002

5.5.8.2 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.

En las localidades de Colchane y Cariquima algunos negocios cuentan con el servicio de telefonía, existiendo algunas antenas telefónicas. En Colchane tanto la Municipalidad como el Hotel Isluga tienen acceso a telefonía.

5.5.8.3 Servicios básicos

5.5.8.3.1 Agua potable

Varios poblados poseen estanques de agua hoy en desuso; pertenecientes a una etapa anterior al sistema de Agua Potable Rural (APR) hoy en funcionamiento.

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, Cetral Citani y Escapiña.

Foto Nº 5-78 Oficina Comité de Agua Potable Rural de Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte el APR de Enquelga se abastece de la vertiente de Chaguane, la cual distribuye agua a las localidades presentes en el Parque Nacional Isluga.

El APR de Cariquima se abastece de la vertiente Jarivana, la cual distribuye agua potable a las localidades de Ancuaque y Ancovinto, entre otras.

En estos momentos se están realizando ciertos estudios de exploración para considerar otras vertientes para el abastecimiento de la zona, ya que la actual no está siendo suficiente.

Foto Nº 5-79 Fuente de acumulación de agua en la plaza pública, Pisiga Centro



Fuente: Elaboración propia.

En la localidad de Mauque la vertiente por la cual se abastecen se denomina Clarinani, sin embargo, esta no es clorada y se bebe directamente, sin hervirla, provocando, según investigaciones universitarias, una incidencia de enfermedad parasitaria mayor que la población general [12]

La distribución del origen del agua, un 58,24% proviene de la red pública (compañía de agua potable), lo cual es atribuible al sistema de APR presente en la comuna.

Tabla Nº 5-77 Origen del Agua Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO DE CASOS**						
Red pública (Cía. Agua Potable)	154	31		2	23	2	
Pozo o noria	5	2			21		
Río, vertiente, estero	46	9	12	20	26	9	2
Total	205	42	12	22	70	11	2

Fuente: Elaboración propia, Censo 2002.

5.5.8.3.2 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. Se puede deducir que las personas pueden asociar las fosas sépticas con un sistema de alcantarillado.

[12] Información recopilada en entrevista con Departamento de Acción Sanitaria Seremi de Salud, Región de Tarapacá

En la tabla siguiente, que recoge información censal, observamos que un 42, 58% de la población no tiene un sistema de servicio higiénico.

Tabla Nº 5-78 Disponibilidad de Servicio Higiénico Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	**NÚMERO DE CASOS**						
Conectado a alcantarillado	65	11	1	16	17	5	
Conectado a fosa séptica	2						
Cajón sobre pozo negro	76	7		1	5	1	
No tiene	62	24	11	5	48	5	
Químico							2
Total	205	42	12	22	70	11	2

Fuente: Elaboración propia, Censo 2002.

En las visitas a terreno y según las entrevistas realizadas en la Municipalidad de Colchane, se observa que el sistema que en la actualidad es el más utilizado es la fosa séptica y los pozos negros.

El sistema de fosas sépticas tiene una duración entre dos a tres años, luego de este tiempo, cada particular es responsable de realizar el proceso de limpieza y vaciamiento, a través de una empresa sanitaria que esté autorizada para realizar ese tipo de actividades (Aguas del Altiplano, que deposita estos materiales en plantas autorizadas de Pozo Almonte, Iquique y Alto Hospicio). En las entrevistas se señala que por lo general en la comuna, las personas se organizan y entre todos contratan este servicio cuando es necesario.

Por el momento no existe un proyecto para la construcción de un sistema de alcantarillado en la comuna, esto porque no es rentable para las empresas sanitarias, debido a la escasa población que presenta la zona.

5.5.8.3.3 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.

Foto Nº 5-80 Generador abastecedor de electricidad en la comuna de Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Por este servicio cada familia debe cancelar mensualmente $ 2.500 a la Municipalidad, exceptuando aquellas familias catalogadas como ¨Puente¨, que reciben subsidio municipal.

Algunos organismos cuentan con luz durante todo el día, a través de sus propios generadores, esto debido a las necesidades de sus funciones: Municipalidad, Carabineros, Complejo Fronterizo Integrado Colchane, Hotel Isluga.

Entre las estrategias de desarrollo regional, existe un proyecto de electrificación rural Huara-Colchane, el cual abastecerá de luz a la comuna y sus principales poblados. La etapa inicial, de instalación de postes de alumbrado se encuentra en este momento paralizado, debido a problemas entre la empresa de distribución y el contratista.

Foto Nº 5-81 Instalación de faenas en Central Citani, comuna de Colchane[13]



Fuente: Elaboración propia.

La construcción de la Red Media Tensión conexión Colchane-Pachica; es uno de los proyectos de alcance regional. Contempla la etapa de ejecución, para la construcción red media tensión en 23,2 kv, para conectar Colchane al SING, con una postación de 150 kms, consistente en una extensión de 126 km de la línea troncal y 24 km. correspondiente a las derivaciones en 13,2 kv. desde la línea troncal a las respectivas localidades. de bajo Tarapacá y Chusmiza, abasteciendo con energía eléctrica las 24 hrs. del día, a las localidades del sector de bajo Tarapacá, de la comuna de Huara, pasando por el cruce de Chiapa, con lo que a futuro se puede proyectar la conexión a Chiapa, Jaiña y Sotoca, y por otro lado, las localidades de la comuna de Colchane, siendo estas: Cariquima; Escapiña; Central Citani; Isluga; Enquelga; Quebe; Colchane; Cotasaya; Pisiga Carpa; Pisiga Centro y Pisiga Choque.

El financiamiento de la inversión se realiza por el FNDR, por un monto de: M$ 1.133.640, con un plazo de ejecución de 240 días, traspasándose los fondos a la empresa que se adjudica el Proyecto: COOPERSOL LTDA., quienes de acuerdo a la planificación iniciaron las obras en Junio del 2008. La unidad técnica es el Gobierno Regional de Tarapacá.

[13] En Central Citani, localidad aledaña a Colchane, se ha instalado el centro de operaciones de la faena de construcción de camino Ruta Huara Colchane; coexistiendo con las actividades locales normales. En la foto, estructuras y container de la constructora ganadora de la licitación, al lado del importante bofedal del rio Isluga.

Actualmente la ejecución del proyecto no ha finalizado, ya que la empresa solicitó ampliación de plazo aduciendo el problema de clima en la zona, por lo tanto solo ha llegado la postración hasta el sector de Mauque y el tendido eléctrico aproximadamente hasta el kilómetro 64. Es importante señalar que las obras se encuentran detenidas desde el mes de octubre del 2009 y que la empresa se encuentra realizando obras en la comuna de General Lagos

En el caso de las localidades de Puchuldiza y Lupe, ninguna cuenta con sistema de electrificación, no existiendo tendido eléctrico incluso.

Varias localidades cuentan con un sistema alternativo de luz a través de paneles solares, instalados en las techumbres de algunas viviendas y servicios.

Foto Nº 5-82 En la localidad de Pisiga Centro, uso de paneles solares, cuya provision de energía se distribuye desde la plaza



Fuente: Elaboración propia.

Este sistema ha tenido algunas complejidades relacionadas con la mantención de los paneles, y diversos problemas en su implementación, se señala que la comuna de Colchane al tener una población envejecida es muy difícil que las personas realicen la mantención de sus paneles.[14]

[14] Entrevista Profesional SERVIU Región de Tarapacá

Foto Nº 5-83 Paneles solares en la localidad de Ancuyo, comuna de Colchane [15]



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se observa que un 41,21% de la población señala disponer de electricidad a través de una red pública (compañía de electricidad). Hay que señalar que esto puede deberse a un error en el proceso censal ya que como se ha observado en terreno, la comuna no cuenta con este tipo de sistema.

A su vez para el año 2002 un 39,01% de la población no contaba con un sistema de electrificación, para el año 2010 podemos mencionar que este porcentaje debe ser menor debido al generador que tiene en estos momentos la Municipalidad.

Tabla Nº 5-79 Origen del Alumbrado Eléctrico Comuna Colchane

	COLCHANE	ENQUELGA	MAUQUE	ANCUAQUE	CARIQUIMA	QUEBE	PUCHULDIZA
CATEGORIAS	NÚMERO DE CASOS						
Red pública (Cía. Electricidad)	117	7	8	5	11	2	
Generador propio o comunitario	48	10	1		8		1
Placa solar	1	3					
No tiene	39	22	3	17	51	9	1
Total	205	42	12	22	70	11	2

Fuente: Elaboración propia, Censo 2002.

5.5.8.3.4 Sistema de eliminación de residuos domiciliarios

La provincia del Tamarugal cuenta con dos Vertederos con Calificación Ambiental, en las comunas de Camiña y Pica.

[15] En esta localidad, un antiguo proyecto de luminaria pública con paneles solares, aparece abandonado, en medio de un poblado con residencia esporádica. La falta de un programa de acompañamiento en la implementación y el manejo de paneles solares, así como el robo de los mismos, ha dificultado su generalización y éxito como estrategia energética en varias localidades.

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.

La Municipalidad cuenta con un camión recolector de la basura que recorre las diferentes localidades durante la semana. Las personas juntan sus desechos en basureros dispuestos por el Municipio. Una vez allí, la basura es generalmente quemada.

En los poblados se cuenta con un sistema de recolección de basuras efectuado por la Municipalidad de Colchane una o dos veces por semana. En las localidades se acumulan los desperdicios en tachos plásticos o de lata dispuestos en lugares públicos.

Foto Nº 5-84 Sistema de almacenamiento de la basura, Pisiga Carpa comuna de Colchane[16]



Fuente: Elaboración propia.

El camión recolector no accede a la localidad de Mauque, por esta razón la familia que allí habita debe hacerse cargo de sus residuos. Por lo general ellos mismos realizan la quema de la basura.

La comuna no cuenta con lugares de depósito de residuos industriales, siendo el más cercano de propiedad particular y está ubicado en Antofagasta.

[16] En los poblados se cuenta con un sistema de recolección de basuras efectuado por la Municipalidad de Colchane una o dos veces por semana. En las localidades se acumulan los desperdicios en tachos plásticos o de lata dispuestos en lugares públicos.

5.5.8.4 Sistema educacional

La comuna de Colchane a través de su PLADECO aborda el tema de la equidad y calidad en la educación mediante un plan que contempla al menos el siguiente enfoque:

- Asegurar el acceso a una Educación con características interculturales, que permita un desarrollo integral de los habitantes en su territorio.

- Incorporar nuevas técnicas y contenidos necesarios para incidir activamente en el desarrollo de la comunidad.

Los establecimientos de la comuna son todos de dependencia municipal. Pese a ello funcionan programas ministeriales transversales.
En la comuna existen 5 Escuelas Básicas distribuidas en diferentes localidades:

Tabla Nº 5-80 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

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-85 Señaléticas seguridad escolar localidad de Mauque, comuna de Colchane[17]



Fuente: Elaboración propia.

Todas las escuelas de la comuna tienen un profesor de educación intercultural bilingüe (EIB). La comuna funciona con un sistema de programación propio, con subsectores en donde se anexa a las materias tradicionales un curso de lengua y cultura aymara y otro de música andina. Este programa comenzó el año 2007 y ha tenido un muy buen funcionamiento y recepción de los alumnos. También en las escuelas se trabaja con el programa orígenes del Ministerio de Educación. [18]

Las diferentes Escuelas reciben alumnos de diversas localidades y entidades cercanas, para ello el Municipio dispone de un furgón para el traslado diarios de estos alumnos. Los alumnos que estudian en la escuela de Colchane y que vienen de otras localidades, alojan en el internado de la escuela, viajando a visitar a sus familias los fines de semana.

Por su parte los jardines infantiles de la comuna están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla Nº 5-81 Jardines Infantiles Comuna Colchane

LOCALIDAD	JARDÍN INFANTIL
Colchane	Jardín Infantil JUNJI[19]
Cariquima	Jardín Infantil JUNJI y también un jardín en la escuela de prekinder y kínder (prebásica)
Enquelga	Jardín Infantil Volcancito
Cotasaya	Jardín Infantil JUNJI
Pisiga Choque	Jardín Infantil JUNJI

Fuente: Elaboración propia.

[17] La señalética recoge un pasado de mayor habitación permanente de la comunidad de Mauque. Hoy, la escuela unidocente atiende a tres niños. La infraestructura disponible podría albergar un número mayor en caso de reactivarse la vida del pueblo.

[18] Hay que mencionar que el año 2009 la comuna de Colchane aumento su puntaje SIMCE en 50 puntos, en el Departamento de Educación de la Municipalidad se menciona que el incremento se puede deber a la incorporación del programa intercultural bilingüe.

[19] Los jardines que son JUNJI son administrados con fondos traspasados a la Municipalidad

Foto Nº 5-86 Alumnos de la Escuela de Enquelga[20]



Fuente: Elaboración propia.

5.5.8.4.1 Liceos

En la comuna de Colchane existe solamente un Liceo, el cual está ubicado en la localidad de Colchane. El Liceo es Técnico Profesional en donde se imparten las carreras de técnico mecánico y técnico parvulario. Para el año 2010 los alumnos estarán en tercero medio. El Liceo cuenta con un internado para que los alumnos que vienen de otras localidades puedan alojar durante la semana.

5.5.8.5 Sistema de Salud

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

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

El PLADECO recalca los objetivos detrás de salud que dicen relación con lograr equidad de acceso y calidad pese a distancias geográficas; así como pertinencia cultural.

[20] En la localidad de Enquelga, ex alumnos de la escuela local (a sus espaldas), hoy residentes en Alto Hospicio, visitan el pueblo con el objetivo de participar en el Encuentro de la comunidad evangélica aymara.

La comuna cuenta con tres ambulancias para emergencias y también para realizar el sistema de rondas médicas. La primera semana del mes se asiste a las Posta Rural y Estación Médica Rural de Enquelga y Cariquima respectivamente, las cuales a su vez cuentan con un paramédico permanente. La segunda semana se acude al resto de las localidades que componen la comuna. En estas rondas se cuenta con el siguiente personal médico: enfermero y médico general, en el caso de la matrona y el kinesiólogo se turnan por semanas.

La Posta Rural de Colchane cuenta con la siguiente dotación: 1 médico general de zona, matrona, odontólogo, (general de zona), kinesiólogo, paramédicos, facilitador intercultural.

A pesar de la dotación profesional de la Posta Rural de Colchane, esta no accede aún a la categoría de ¨consultorio¨, ya que no cuenta con nutricionista, epidemiólogo, ni con una farmacia de alta resolución.

La comuna de Colchane está adscrita al Programa de Salud y Pueblos Indígenas, financiado por el Ministerio de Salud, y por ende posee un sistema de salud intercultural.

La Posta Rural de Colchane y la Estación Médica Rural de Cariquima y Enquelga cuenten con un facilitador intercultural, a quien corresponde tanto convocar a la población a la atención asistencial de salud como facilitar la traducción en ambos sentidos de la relación médico-paciente, tanto en terreno como en centro asistencial.

Entre los especialistas tradicionales con que cuenta la localidad de Colchane, está un ¨médico andino¨ o kolliri; una ¨partera¨ y un ¨componedor de huesos¨.

5.5.8.6 Otros servicios

En la comuna de Colchane están presentes los siguientes servicios estatales:

Tabla Nº 5-82 Servicios Gubernamentales Comuna Colchane

SERVICIO	FUNCIONALIDAD	UBICACIÓN
Complejo Fronterizo Integrado Colchane.	Paso fronterizo con Bolivia, por ello se cuenta con un equipo de Aduana, PDI, Carabineros, y SAG. El nuevo edificio del complejo y el modelo integrado, está funcionando desde el año 2009	Colchane
Carabineros	Resguardo policial de la comuna, rondas diarias a las diferentes localidades del sector. Trabajo en conjunto con PDI del Complejo Fronterizo Integrado Colchane.	Colchane
Registro Civil y Electoral	Se realizan las inscripciones por nacimiento, defusión y matrimonio.	Colchane
Oficina Administración Parque Nacional Isluga CONAF	Realizar la administración y control del Parque Nacional Isluga	Enquelga

Fuente: Elaboración propia.

5.5.8.7 Infraestructura General Comuna Colchane

Las diferentes localidades y entidades visitadas cuentan con la siguiente infraestructura:

Tabla Nº 5-83 Infraestructura, Servicios y Equipamiento en el Área de Proyecto

INFRAESTRUCTURA	COLCHANE	ENQUELGA	ISLUGA	CARAGUANO	ANCUYO	MAUQUE	PUCHULDIZA	LUPE	QUEBE	CARIQUIMA	ANCUAQUE	CARPA PISIGA	CHOQUE PISIGA	CENTRO PISIGA	COTASAYA	CITANI CENTRAL	ESCAPIÑA
Liceo	X	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
Escuela	X	X	|	|	|	X	|	|	X	|	|	X	|	|	|	|
Jardín Infantil	X	X	|	|	|	|	|	|	X	|	|	X	|	X	|	|
Iglesia Católica	X	X	X	X	|	X	|	|	X	X	X	X	X	|	X	X	X
Iglesia Evangélica pentecostal	X	X	|	|	|	X	|	|	X	X	X	X	X	X	X	X	|
Cementerio	|	X	X	|	|	|	|	|	X	X	|	|	|	|	X	|	|
Centro Asistencial de Salud	X	X	|	|	|	|	|	|	X	|	|	|	|	|	|	|
Gimnasio	X	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
Cancha futbol o basketball	X	X	|	|	|	X	|	|	|	X	|	|	X	|	X	X	|
Plaza	X	|	X	|	|	X	|	|	X	X	|	X	X	X	|	X	|
Sede Social	X	X	X	|	X	|	|	|	X	X	X	X	X	|	X	X	X
Servicios de alojamiento	X	X	|	|	|	|	|	|	|	X	|	|	|	|	|	|	|
Tendido eléctrico	X	X	X	|	|	X	|	|	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Paneles solares	X	X	|	|	X	X	|	|	X	X	|	|	X	X	|	X	|
Almacenes	X	|	|	|	|	|	|	|	|	X	|	|	|	|	|	|	|
Estanque de agua	X	X	|	|	|	|	|	|	X	X	|	|	X	X	X	|	X
Plantaciones (principalmente quinoa)	|	X	X	|	|	X	|	|	X	X	|	X	X	X	X	X	X	X
Corrales	|	X	X	|	|	|	X	X	X	|	|	|	X	X	X	|	|

Fuente: Elaboración propia.

X: CUENTA CON EL EQUIPAMIENTO. | : NO CUENTA CON EL EQUIPAMIENTO

Las localidades de Colchane, Enquelga y Cariquima son las mejor equipadas, en ellas hay escuelas, jardines infantiles y postas.

Cariquima y otras localidades cuentan con un sistema de ¨pavimentos participativos¨, los cuales les han permnitido financiar con fondos públicos y mano de obra local, la pavimentación de sus calles.

Foto Nº 5-87 Infraestructura localidad de Cariquima, comuna de Colchane[21]



Fuente: Elaboración propia.

Hay que mencionar que en la localidad de Cariquima existe una pista de aterrizaje asfaltada, la cual fue construida por razones de seguridad frente a alguna catástrofe climática y por resguardo del paso fronterizo.

Sin embargo se observa que la pista no está permanentemente en operación, ya que sus señalética y carpeta no se encuentran en las mejores condiciones.

Foto Nº 5-88 Escuela Básica Mauque



Fuente: Elaboración propia.

[21] En Cariquima, se observa desarrollo local respetuoso de elementos típicos de la construcción; pero con un dinamismo interesante. Al fondo, la iglesia del pueblo es precedida por una antena parabólica, a que se accede por una calle recientemente empedrada con fondos de inversión pública del programa ¨Pavimentos Participativos¨.

Foto Nº 5-89 Posta Rural localidad Colchane



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-90 Pista aterrizaje localidad de Cariquima



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte las localidades con menor infraestructura son: Puchuldiza, Lupe y Caraguano siendo éstas las más pequeñas del área de estudio. En ellas no habitan personas permanentemente.

Es notorio el énfasis en la infraestructura religiosa que tienen todos los poblados; siendo por lo general construcciones tradicionales y de mucha antigüedad para el caso de la Iglesia Católica, y estructuras modernas, varias de ellas en construcción, para el caso de la Iglesia Evangélica Pentecostal. En general estas últimas tienen mayor vigencia y frecuencia de uso que las anteriores, y, por ejemplo en la localidad de Enquelga, se observa la Iglesia Católica se encuentra en franco estado de abandono

Foto Nº 5-91 Iglesia Católica localidad de Enquelga



Fuente: Elaboración propia.

La Municipalidad de Colchane a través de su Departamento de Proyectos, tiene proyectado dentro de sus líneas de acción, mejorar la infraestructura comunal. Algunos de los proyectos que se tiene ideado implementar en el corto plazo en la localidad de Colchane, son los siguientes:

- Construcción de una plaza cívica.
- Mejorar la infraestructura del Liceo.
- Construcción de un Centro Cultural y Biblioteca Pública.
- Construcción de un Consultorio.

5.5.8.8 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.

Hasta el año 2009 no existía un sistema que conectara a las diferentes localidades. El trasporte era desde Colchane a Iquique, a través de los buses que viene de Bolivia.

Desde el año 2010 la comuna cuenta con un sistema de transporte de pasajeros, adjudicado por un particular a través de un subsidio de la subsecretaria de transportes de la Región de Tarapacá. Este nuevo sistema realiza el siguiente recorrido: Enquelga – Colchane – Cotasaya – Central Citani – Escapiña – Cariquima – Quebe – Huara – Alto Hospicio – Iquique – Alto Hospicio – Huara – Quebe - Cariquima – Escapiña – Central Citani – Cotasaya – Colchane – Enquelga. El servicio cuenta con salidas los días martes, jueves, viernes y domingo. La tarifa es de $2.500 pesos.

5.5.8.9 Conclusiones

La infraestructura de la comuna de Colchane tiene ciertas debilidades en el acceso a los servicios básicos como electricidad y alcantarillado. Si bien existe el proyecto de electrificación de Huara a Colchane, éste no tiene una fecha de entrega determinada.

El sistema de agua potable, es uno de los servicios básicos presentes en la comuna, a través de la organización de la comunidad mediante comités de agua potable rural, se cuenta con un sistema de cloración.

En relación a la infraestructura del Municipio, según el índice de desarrollo humano la dimensíon mejor evaluada es la salud, lo cual se debe al equipamiento y a los especilistas presentes en la zona. En la educación destaca la construcción e implementación del Liceo Técnico Profesional de Colchane, el cual tiene como uno de sus objetivos entregar oportunidades de estudios en el lugar de origen de los alumnos, sin que éstos necesariamente tengan que ir a las zonas urbanas.

La infraestructura religiosa es un aspecto que destaca dentro de las localidades, siendo importante para las personas de la comuna, por eso es que generalmente en cada localidad hay una Iglesia Católica y una Iglesia Evangélica Pentecostal. Esto también se relaciona con el énfasis que tiene la religión en las celebraciones. De esta manera podemos mencionar como ejemplo el Carnaval de Isluga y el Encuentro de Evangélicos celebrado en 2010 en Enquelga.

La despoblación de la comuna se observa en la gran cantidad de viviendas que no se encuentran habitadas permanentemente, sin embargo ello no significa que las personas hayan abandonado su lugar de origen, por el contrario retornan para las fiestas patronales o carnavales, también para supervisar a su ganado, y mantienen –donde sea que habiten- u permanente vínculo simbólico con sus tierras de origen.

Los proyectos que tiene la municipalidad en torno a la infraestructura pueden generar un avance en esta línea, sin embargo aún quedan algunos desafíos para el Municipio, principalmente en los servicios básicos. En este sentido el acceso a luz eléctrica se manifiesta como una necesidad para el desarrollo de las diferentes localidades de la comuna.

5.5.8.10 Aspectos Culturales

5.5.8.10.1 Reseña de la Etnia y la Cosmovisión aymara

Los Aymara como pueblo están localizados principalmente en el altiplano de Bolivia, Perú y Chile. Su mayor presencia se encuentra en el lago Titicaca. El primer estado aymara habría sido Tiwanaku, 2000 años antes de Cristo. Hasta la llegada del Inka, existieron señoríos aymara; el último de ellos fueron los Lupakas. A mitad del siglo XV fueron incorporados por el Inka al Tawantinsuyo, formando el Kollasuyo; pero los españoles llegaron hasta Chile actual casi cien años más tarde. Entre 1780 y 1783 se produjeron insurrecciones aymaras y quechuas, encabezados

por Tomás Katari en la zona de Charcas, Tupac Amaru en el Cuzco y Tupac Katari en La Paz. Los levantamientos mantuvieron por varios años en armas a las comunidades del Collasuyo.

¨Posteriormente, con la conformación de los estados nacionales, producto de la Independencia del dominio español, el territorio aymara quedó dividido y pasó a conformar las regiones fronterizas de Perú y Bolivia. Posteriormente, con los episodios bélicos de 1879, (Guerra del Pacífico) parte del mismo territorio aymara, pasó a integrar el Norte de Chile[22]

La cosmovisión aymara divide al mundo en tres niveles interactuantes: el Araj Pacha (superior), el Taipi Pacha (este mundo) y el Manqa Pacha (inferior). A los distintos mundos corresponden simbólicamente una serie de seres que interactúan entre si de manera positiva o negativa, articulando fenómenos de relaciones interpersonales y con la naturaleza. Asimismo, el mundo de los vivos y los muertos tiene una relación permanente, y una serie de espíritus tutelares son encargados de velar por la integridad territorial y social. De esta manera, la geografía está poblada por seres animados e inanimados, espirituales y materiales.

De central importancia en la cosmovisión aymara es el vínculo con los cerros y montañas; habiendo sido estos tradicionalmente lugares de respeto cultural. Los espíritus tutelares –masculino y femenino- guardan estos lugares y deben ser reverenciados por sus habitantes a fin de mantener los equilibrios del hombre y la naturaleza; que garantiza entre otras cosas, provisión de una buena agricultura y ganadería.

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. Es la segunda lengua mayoritariamente hablada no sólo en Bolivia, sino en la América Andina. Sus hablantes alcanzan aproximadamente a unos tres millones y medio de personas. El aymara también se habla en el Sur peruano y el Norte chileno, y en algunas grandes ciudades de América como La Paz y El Alto en Bolivia, Lima, Puno, Juliaca, Tacna en Perú; Arica e Iquique, en Chile, Buenos Aires, en Argentina.

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.

En la cultura aymara medicina y enfermedad, son generalmente entendidas como resultado de una pérdida de equilibrio de la estabilidad en las relaciones entre hombre y naturaleza por lo que la terapia tradicional se dirige a reestablecer este equilibrio.

Entre los especialistas médicos encontramos al kolliri, con una misión más general de restablecer la relación entre el mundo natural y sobrenatural. Asimismo, componedores de huesos y parteras. Sin embargo es la figura del Yatiri la que posee mayor influencia en la medicina y cosmovisión aymara. Los yatiri actúan como sabios de la comunidad, y son los encargados de hacer los ritos en los tiempos de crisis, ver la estabilidad y futuro del ser humano en las hojas de coca, realizar los ritos de la Vilancha –sacrificios animales- a los Malkus –espíritus locales- y a la Pachamama y al mismo tiempo sanar a las personas de enfermedades específicas de la noción aymara de salud-enfermedad.

La farmacopea botánica es una fuente importante de materia médica en la medicina tradicional aymara. De acuerdo a los antecedentes se han registran las siguientes especies (nombres populares) y usos:

[22] ¨. http://www.lenguasindigenas.cl/index.php?id=30

Tabla Nº 5-84 Usos tradicionales medicinas

NOMBRE COMÚN	USO TRADICIONAL (SEGÚN CATEGORÍAS PROPIAS DE LA COMUNIDAD)
Lampaya	Dolor de huesos, Hígado, Vientre
Popusa	Colon Irritable y Baja la Presión
Tola	Baja peso
Vivacuyo	Anemia, Próstata
Ricarrica	Dolor de Estomago
Sipu Tola	Bajar de peso
Chachacoma	Apunamiento
Coca	Apunamiento; da energía
Chachacoma blanca	Hinchazón de las piernas
Flor de Yareta	Diabetes, purifica la sangre, riñones, sombras pulmonares, asma, disfonía
Mecha deYareta	Ulcera y Gastritis

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-92 Herbolaria medicinal tradicional[23]



Fuente: Elaboración propia.

Particularmente relevante para este análisis es señalar que las especies de flora medicinal; Azorella compacta (nombre común: llareta) y Polylepis tarapacana (Queñua) se usan medicinalmente y están catalogadas como ¨Vulnerables¨ por el DS Nº51/2008.

5.5.8.10.2 Religiosidad y Patrimonio Material e Inmaterial

En el área de estudio, como parte de las consecuencias del fenómeno migratorio, un creciente interés en procesos de revitalización cultural ha aparecido en el área. A la celebración de fiestas tradicionales se suman los innumerables festejos a la cultura que se hacen en centros urbanos de la Región. Cabe destacar que estas fiestas ensalzan ¨lo andino¨, y por ello muchas de las muestras culturales poseen invitados a grupos extranjeros (Bolivia, Perú) que recrean música andina mediante fusiones de varios ritmos, pero donde existe un claro elemento identitario.

[23] La herbolaria medicinal forma parte del patrimonio local. Asimismo, es difundida en encuentros y exposiciones culturales en el ámbito urbano. En la Feria Tambo Andino, en Iquique, que convoca a miles de personas durante la última semana de febrero, ofrece una variedad de especies medicinales originarias de la zona, como uno de los atractivos.

Las fiestas tradicionales han experimentado un proceso de acomodación a nuevos fenómenos socioculturales. Es así como la comunidad nota una diferencia significativa respecto de antaño en la forma de ofrecer agasajo por parte de los alférez, hoy notoriamente enfocada en la ostentación de la capacidad económica de los mismos.

Las fiestas patronales poseen un calendario más menos fijo. Los oficiantes eclesiásticos deben venir de Iquique, dado que en los poblados no existe párroco permanente y estas iglesias solo cobran vida durante estos eventos. Tal como han descrito relatos etnográficos. La fiesta patronal combina de manera sincrética la doctrina católica con la celebración de manifestaciones culturales propias ancestrales, como la ¨mesa aymara¨.

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.

En el Carnaval de Isluga, la participación de la comunidad aymara urbana residente es muy alta. En la siguiente Fotografía se ilustra un momento del carnaval y la disposición del pueblo contrastando a la derecha los techos tradicionales de las casas y a la izquierda con techos de zinc.

Foto Nº 5-93 Ceremonia Carnaval de Isluga



Fuente: Elaboración propia.

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.

Foto Nº 5-94 Carpa alférez, Carnaval de Isluga[24]



Fuente: Elaboración propia.

La iglesia Evangélica Pentecostal tiene presencia en la zona desde la década de 1980. Inicialmente su presencia gatilló una serie de procesos internos en la cultura aymara y disputas comunitarias. En términos antropológicos la iglesia evangélica no adhiere a las prácticas tradicionales de la cultura aymara; como las fiestas patronales y la práctica ancestral de sacrificios propiciatorios de animales.

Hoy en día existe una comunidad evangélica importante en el área de influencia del proyecto; produciéndose encuentros religiosos como el de Enquelga, que congregan a su vez a la comunidad de ¨hermanos¨ aymaras que viven en las urbes. La fiesta evangélica anual, de esta manera, va rotando los lugares de encuentro pero recrea la necesidad de reunión de una población que en las ciudades no tiene forma ni punto de reunión e identificación.

El Encuentro Evangélico en Enquelga, convoca a la población aymara urbana, local, y de otras zonas tan lejanas como Arica y Santiago. Los encuentros evangélicos anuales tiene una dinámica de variar poblados donde se realizan, dando vida a los mismos durante la temporada. En la siguiente foto se ilustra, parte de la delegación de Colchane llegando al encuentro.

Foto Nº 5-95 Encuentro Comunidad Evangélica en Enquelga, comuna de Colchane



Fuente: Elaboración propia.

[24] En el Carnaval de Isluga, al interior de una carpa instalada y debidamente engalanada para la ocasión; uno de los cuatro alférez agasaja a los participantes en la celebración, con abundante comida, bebida (cervezas enlatadas), baile y música a cargo de una orquesta andina contratada desde Perú. El baile respeta, en sus distintos momentos, la simetría y circularidad del simbolismo andino.

El análisis bibliográfico de gabinete junto a la revisión de los Archivos del Consejo de Monumentos Nacionales, sobre el área de influencia indirecta y directa del proyecto permitió dilucidar que existen monumentos nacionales declarados.

Tabla Nº 5-85 Iglesias consideradas Monumentos Nacionales

Nombre	Referencia Ubicación	Categoría	Fecha de declaración
Santuario de Isluga	A 6 km. de Colchane	Monumento Histórico	Agosto 1975
Pueblo de Isluga	A 6 km. de Colchane	Zona Típica	Enero 1992
Iglesia de Achauta	Hito de acceso en las ruinas del pueblo de Achauta, no más de 5 km. al Oeste de Colchane	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Caraguano	Pueblo de Caraguano, aprox. 30 km. al nor-este de Colchane, al interior del Parque Nacional de Isluga, a los pies del Volcán Isluga	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Cariquima	Frente a la plaza del pueblo de Cariquima, aprox. a 30 km. Al sur-este de Colchane. Planicie al nor-este del Cerro Cariquima o "Mama Guanapa"	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Mauque	Extremo Norte del poblado de Mauque, junto a un bofedal y cerca de la laguna de Villacollo, al interior del Parque Nacional de Isluga, a los pies del Volcán Isluga	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Cotasaya	Situada a un costado del Caserío de Cotasaya, a 3 km. al sur-poniente de Colchane	Monumento Histórico	Enero 2006

Fuente: Elaboración propia en base información de Monumentos Nacionales.

Por otra parte, una serie de procesos sincréticos quedan reflejados en otro tipo de infraestructura religiosa que pudiéramos considerar patrimonial.

Tenemos que mencionar también que las rutas de acceso a Colchane y sus localidades poseen ¨animitas¨.

Foto Nº 5-96 Ruta A55 animita de data reciente; respeta ofrendas de bebida



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-97 Ruta A55 una antigua animita sin indicación (reproduce arquitectura y materiales tradicionales de la zona



Fuente: Elaboración propia.

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 sí 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.

Destinados a ser centro de eventos de celebración de los santos patronos, varias estructuras del tipo ¨calvarios¨ se encuentran en las cimas de cerros bajos a la entrada de diversos pueblos Ancuaque, Cariquima y Colchane.

Foto Nº 5-98 Estructuras tradicionales típicas, Cariquima comuna de Colchane[25]



Fuente: Elaboración propia.

[25] Estructuras tradicionales típicas del sincretismo aymara con la cultura católica; en lo alto del cerro a la entrada del pueblo. Pueden observarse igualmente en Ancuaque.

Entre el patrimonio antropológico, que pese a no tener declaratoria formal, constituye desde la antropología social sitios de valor, también los cementerios de las localidades son reflejo de patrimonio cultural inmaterial. No todas las localidades poseen cementerio; y el de Isluga constituye el más antiguo de la zona.

Foto Nº 5-99 Vista desde la entrada del Cementerio de Cariquima comuna de Colchane[26]



Fuente: Elaboración propia.

Los cementerios de la zona son: Isluga, Enquelga, Cotasaya, Quebe y Cariquima.

5.5.8.10.3 Territorialidad y Poder

Uno de los problemas que se identifican en la zona son los títulos de dominio y de propiedad de las tierras. Hay muchos que están superpuestos y que vienen de las primeras generaciones (¨bis abuelos¨ según señala la comunidad, siglo XIX). El Fisco, luego de anexar esos territorios tras la victoria con Perú, inscribió esas tierras bajo su dominio y a partir de esas inscripciones se habría formado la propiedad comunitaria que refieren los más ancianos. Otros títulos son individuales y son inscripciones hechas en épocas más recientes; con arreglo a acceder a programas de ayuda gubernamentales por ejemplo. De acuerdo a la Ley indígena del año 1993, las tierras de la comuna son indígenas y ello determina que hoy el Fisco no dispone de terrenos y tampoco existen terrenos particulares.

La división tradicional del territorio no refiere al poblado de Colchane como localidad relevante; considerándose comunitariamente a este, sólo como sede del poder administrativo derivado de la creación de la comuna, recién ocurrida durante fines de la década de 1970.

Por otra parte, Isluga, siendo como es hoy una ciudad santuario abandonada durante el año, sí posee una importante connotación dentro de la comunidad de todos los poblados, que comparten un origen efectivo y también simbólico; a partir de Isluga habrían devenido la conformación de todas las localidades del sector; con sus posteriores configuraciones identitarias. De esta manera, Isluga es ¨la madre¨ de los poblados del área de influencia.

El poblamiento y posterior consolidación histórica de cada entidad poblada –hoy semipoblada- obedecería a procesos de asentamiento estacional en medio de un modelo de economía otrora pastoril y ganadera.

[26] Se observa parafernalia fúnebre típica, tales como guirnaldas de flores, ofrendas de agua y alcohol, túmulos de piedra y cierres de tumbas a modo de puertas.

La división histórica tradicional de las tierras, considerando el sistema económico tradicional y los patrones de matrimonio, de corte comunitario y bajo parámetros indígenas; contemplaría en este sistema económico un uso extensivo de territorios de pastoreo y agrícola, de tipo familiar ampliado, de tipo patrilocal. La patrilocalidad se conserva hasta hoy; pero los procesos de superposición de títulos de dominio individual y comunitario han determinado una situación de la tenencia y uso de la tierra muy compleja.

La organización del poder tradicional contempla una división territorial del ayllu mediante una bipartición complementaria; típica del pensamiento y cosmovisión tradicional aymara. En el caso de Colchane, esta división del espacio físico y simbólico contempla dos bloques o ¨sayas¨, a saber: Araj saya y Manqa Saya. Cada una de estas sayas tiene una ¨capital¨ política, siendo Isluga y Cariquima respectivamente.

Pertenecen cognitivamente a Araj Saya las localidades de Colchane, isluga, Enquelga, Central Citani, Cotasaya, Pisiga Centro, Pisiga Choque, Pisiga Carpa. Cabe destacar que son Araj Saya las localidades de Mauque y de Puchuldiza. Manqa Saya son las localidades de Cariquima, Ancovinto, Ancuaque.

Ambas son complementarias en lo económico. Mientras Araj saya posee un carácter más ganadero que agrícola, a modo de énfasis; Manqa saya se considera tradicionalmente de mayor productividad agrícola.

Son complementarias asimismo en la distribución del poder. Anualmente cada saya ¨elige¨ a un miembro respetable de la saya contraria, para que este detente el poder en su territorio original durante el ciclo. Este cargo, denominado ¨mallku¨ debe ser representado sin derecho a rechazarlo, por un hombre y su esposa, denominada ¨mamataya¨, la cual desempeña asimismo una tarea similar. Los roles de cada género se encuentran pautados con anterioridad. La base de esta estructura de poder cíclica es esta complementación de género; y la rotación del poder entre todos los pueblos, año tras año.

La labor del mallku y su esposa tiene que desempeñarse bajo modalidad de ¨consejeros¨ de manera activa de toda la comunidad de su saya. La pareja debe visitar personalmente a cada familia de su jurisdicción y asegurarse de su bienestar sobretodo en el sentido de su afiliación a la forma de vida aymara, a la ¨cultura¨. La pareja de este modo, es responsable durante el ciclo del bienestar de la cultura y de sus posibilidades de conservación. Esto significa que el rol de mallku y de mamataya se cumple ¨in situ¨, o sea en la zona misma de ¨arriba¨; y no en los lugares urbanos donde vive la población casi todo el año y, sobretodo, durante las instancias anuales que congregan a los migrantes en sus pueblos de origen.

La labor de mallku es fiscalizada por la sociedad y puede ser motivo de prestigio o desprestigio dependiendo de su desempeño activo.

El año calendario que comienzo fue inaugurado por un mallku para Araj Saya originario de la localidad de Mauque.

5.5.8.10.4 Territorialidad y Movilidad

"Los patrones de movilidad moderna que operan –y son observables- en la comunidad tienen que ver con diferentes procesos migratorios que ha experimentado la población aymara los últimos 60 años"[27]

[27] Grebe, M. Ester ¨Migración, Identidad y Cultura Aymara: puntos de vista del actor¨, en Revista Chungará Nº 16-17, octubre 1986, 205-223. Universidad de Tarapacá, Arica

La migración de las últimas tres décadas buscaba mejores oportunidades de educación formal para los hijos y un acceso a diferentes pisos ecológicos donde poder desarrollar actividades productivas alternativas a la crianza de ganado y cultivos de las zonas altas.

La población aymara en las ciudades de la región está por ende bastante consolidada, y hoy podemos hablar de que en términos económicos ello implica un control de los diferentes pisos ecológicos, dominando asimismo la ruta internacional y varios otros caminos, por medio de la actividad de transporte de camiones, cuyo mercado está casi por completo en sus manos.

Foto Nº 5-100 Integración social en Alto Hospicio[28]



Fuente: Elaboración propia.

El patrón de movilidad de la familia aymara está asociado a la economía familiar. Contempla a grandes rasgos a los ancianos viviendo en las épocas de buen clima (verano) en la zona del altiplano (pueblos originales), a cargo de ganado o cultivos de quinoa y hortalizas propias o de sus hijos varones. La pareja en edad productiva vive en zonas como Alto Hospicio, Iquique y Arica y posee hijos educándose en los colegios de la zona, sobretodo de nivel secundario o superior. La pareja puede desempeñarse como agricultor en la zona de las quebradas de Tarapacá, donde puede contar con otra casa habitación estacional.

Los movimientos de ¨abajo-arriba¨ esto es, desde las ciudades hacia el altiplano obedecen a dos grandes causas:

- Congregación de las comunidades para las celebraciones tradicionales como son las fiestas patronales, las congregaciones evangélicas o el carnaval de Isluga o Cariquima (de alcance menos localizado).

  Estos eventos permiten el contacto de la pareja y sus hijos con los ancianos y el seguimiento de la actividad de pastoreo y agrícola que estos (o pastores contratados externos a la familia) puedan desarrollar.

  Permiten la socialización de los jóvenes y niños con la cultura aymara entendida así como ¨original¨ y constituyen zonas de contacto de población que en las zonas de habitación habituales no se junta.

[28] Alto Hospicio constituye un importante punto urbano de habitación de la comunidad aymara originaria de Colchane. Ha sido asumida por las autoridades y la comunidad en general, como una comuna con características identitarias propias.

- El tránsito de camioneros por la ruta internacional y otros viajes durante el año.

  Al igual que la instancia anterior, este tránsito implica una vinculación permanente con lo que sucede ¨arriba¨. (en nota al pie) Materiales como insumos orgánicos para el agro son llevados muchas veces desde ¨arriba¨ hacia las zonas intermedias agrícolas

Las estrategias de aprovechamiento económico son consecuentes con esta ocupación de diferentes pisos ecológicos y nichos comerciales.

Dentro de los fenómenos poblacionales relevantes de describir para el área de influencia, está la invisibilidad de eventos vitales (nacimientos, matrimonios y defunciones) en la comuna de Colchane. La invisibilidad de nacimientos obedece a que efectivamente la política estatal de larga data de atención del parto en centro asistencial adecuado, gatilla que el control del parto y el mismo sea realizado en la ciudad de Iquique, en el hospital regional Ernesto Torres, inscribiéndose los nacimientos en el registro civil de la ciudad. Lo mismo sucede con las defunciones, que se producen en el hospital regional. En tanto los matrimonios se producen en las zonas urbanas donde habitan el mayor tiempo del año la población en edad de casarse.

5.5.8.10.5 Asociatividad

La organización social del área de influencia, está representada por Juntas de Vecino, Agrupaciones de Adultos Mayores; Comunidades Indígenas; Asociaciones Indígenas; Asociaciones Gremiales, Asociaciones Funcionales.

Tabla Nº 5-86 Listado Organizaciones Sociales Comuna Colchane

ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	PRESIDENTE
Unión Comunal de Juntas de Vecino	Colchane	Santiago Choque
Junta de Vecinos nº 1 Cariquima	Cariquima	Alipio Castro
Junta de Vecinos nº 2 Colchane	Colchane	Santiago Choque
Junta de Vecinos nº 3 Enquelga	Enquelga	Leonardo Castro
Junta de Vecinos nº 4 Mauque	Mauque	Toribio Mamani
Junta de Vecinos nº 7 Pisiga Choque	Pisiga Choque	Eleno Choque
Junta de Vecinos nº 8 Cotasaya	Cotasaya	Justino Challapa
Junta de Vecinos nº 9 Pisiga Carpa	Pisiga Carpa	Alberto García
Organizaciones de Adulto Mayor	Colchane	Toribio Mamani
Organizaciones de Adulto Mayor	Pisiga Choque	Cirilo Choque
Organizaciones de Adulto Mayor	Cariquima	Eustaquio Challapa
Organizaciones de Adulto Mayor	Enquelga	Faustino Castro
Organizaciones de Adulto Mayor	Cotasaya	Martín Challapa
Comunidades Indígenas	Ancovinto	Elias Gomez
Comunidades Indígenas	Ancuaque	Richard Mamani
Comunidades Indígenas	Berenguela	Claudio Ramos
Comunidades Indígenas	Central Citani	Hilario Choque
Comunidades Indígenas	Colchane	Emiliano García
Comunidades Indígenas	Cotasaya	Ignacio Challapa
Comunidades Indígenas	Chucunchuguano	Pedro García
Comunidades Indígenas	Chijo	David Moscoso
Comunidades Indígenas	Chuyuncane	Cevero Challapa
Comunidades Indígenas	Enquelga	Javier Mamani
Comunidades Indígenas	Escapiña	Epifanio Mamani
Comunidades Indígenas	Parajaya	Marcelo Gomez
Comunidades Indígenas	Pisiga Castro	Andrés Vilches

ORGANIZACIÓN	LOCALIDAD	PRESIDENTE
Comunidades Indígenas	Pisiga Carpa 1	Teófilo Mamani
Comunidades Indígenas	Pisiga Carpa 2	Isidro García
Comunidades Indígenas	Pisiga Choque	Efraín Choque
Comunidades Indígenas	Quebe	Cristóbal Flores
Comunidades Indígenas	Villablanca	Heriberto Mamani
Asociación de Ganaderos de Isluga	Isluga	Pedro P. Mamani
Asociación de Ganaderos de Cariquima	Cariquima	Elias Gomez
Asociación de productores de Quinoea Juira Marka	Colchane	Juan Choque
Asociación de Mujeres Artesanas Aymar Warmy	Cotasaya	Idalia Mamani
Asociación Artesanal Flor de Isluga de Escapiña	Escapiña	Lina Challapa
Asociación Artesanal Suma Sawari, de Colchane	Colchane	Rogelia Castro
Mujeres Artesanas de Cotasaya	Cotasaya	Idalia Mamani
Club Deportivo de Isluga	Isluga	Juan Choque
Comité de Agua Potable Rural MIkaljawa de Colchane	Colchane	Teófilo Choque
Comité de Agua Potable Rural de Cariquima	Cariquima	Eugenio Challapa
Asociación Artesanal Monte Wanapa de Cariquima	Cariquima	Lusmira Challapa
Taller Inti de Ancovinto	Ancovinto	Julia Choque
Brilla el Sol, de Cotasaya	Cotasaya	Idalia Mamani
Flor de Campo Verde Suma Kapuri, de Pisiga Choque	Pisiga Choque	María Gomez
Juventud Andina de Colchane	Colchane	Juan Challapa
Feriantes de Pisiga Carpa	Pisiga Carpa	Nestor García
Flor de Frontera Pisiga Carpa	Pisiga Carpa	Celia Challapa
Mujeres del Futuro, Enquelga	Enquelga	Flora García
Agrupación Folklórica Manqa Saya-Araj Saya de isluga	Isluga	Santiago Choque
Asociación Folklórica Manqa Saya-Araj Saya Kollane ayllu, San Juan Ayllu, J`acha Ayllu, Iska Ayllu	-------	Pedro Castro

Fuente: Elaboración propia.

De estas, las que poseen mayor eficacia son las juntas de vecino; las comunidades indígenas y las asociaciones artesanales de mujeres. La asociatividad real es poca y no muy convocante y en general obedece a necesidades de estar constituidos para el recibir beneficios específicos de parte de organismos públicos o postular a proyectos puntuales.

A su vez las organizaciones urbanas aymara están destinadas en su mayoría a labores de difusión cultural de las manifestaciones más conocidas por la población no aymara, como la música y los bailes andinos, la comida tradicional, la vestimenta folklórica, etc.

Conclusiones:

Las comunidades que habitan el área de influencia pertenecen al universo cultural andino y particularmente al mundo aymara. La cosmovisión, lengua y medicina se encuentra vigente o en proceso de revitalización.

A pesar de que se observa una asociatividad formal no muy organizanda y funcional; el mundo político tradicional continúa siendo referente de la distribución del poder dentro de las comunidades.

Pese al fenómeno migratorio, de larga data, los lugares de origen son, para la población aymara migrante, centros de vinculación con la cosmovisión y la comunidad originaria y referente de identidad en la urbe.

La forma de habitar los poblados es de alguna manera un continuo respecto de la economía tradicional andina y que los diferentes fenómenos sociales y culturales han permitido recrear y resignificar. En términos de la función cohesionadora de los habitantes y referencia identitaria de los mismos, también existe.

Ello implica que los pueblos no están ¨vacíos¨ de habitantes sino que parcialmente ocupados durante el año, teniendo del mismo modo utilidad en el sentido del ¨territorio¨, como concepto antropológico, que es también el que rescatan los instrumentos de derecho internacional que refieren a las tierras indígenas.

Respecto del Área de Concesión concreta, y las posibilidades de desarrollo de una exploración geotérmica; no existen consideraciones inmediatas que limiten la misma. Debiera considerarse sin embargo, las actividades pastoriles que allí pudieran realizarse durante ciertas épocas del año; y las zonas de interés del turismo, como áreas donde no instalar los pozos.

Asimismo, debieran ser consideradas las creencias locales sobre la sacralidad de los cerros circundantes y donde se encuentra la concesión; que para fines de los objetivos del proyecto, no debiera colisionar con las prácticas de ¨pedir permiso¨ a los espíritus guardianes de la zona; dueños simbólicos de la riqueza local. Esta situación debe ser acordada con las autoridades tradicionales de la zona.

El conjunto de las influencias e impactos posibles de afectar la zona, son respecto de lo que denominamos Área de Influencia Directa, es decir, a la noción de territorio. En tal sentido, debe considerarse no afectar el interés de la comunidad de la comuna como sistema de reciprocidades, que funciona con modificaciones, desde tiempos ancestrales. Particularmente deben tenerse en cuenta los equilibrios de poder entre autoridades locales y comunales.

5.5.9 USO DE SUELO

El estudio de este componente busca Identificar, delimitar y caracterizar los usos del suelo observados en el área de estudio, entendida como toda comprendida por el área de concesión de exploración.

Cabe señalar que el área presenta ausencia de usos u ocupaciones intensivas del suelo distintas de aquellas orientadas a la ganadería. No se observan manifestaciones de explotaciones mineras u otro tipo de infraestructura industrial y productiva.

5.5.9.1 Antecedentes

De acuerdo a Gajardo (1983 y 1994), la zona del proyecto se ubica en la Región de la Estepa Altoandina donde los factores determinantes son la altitud y el relieve como complejo modificador de todos los otros factores, siendo las bajas temperaturas y la aridez relativa, la que determina la fisionomía de sus formaciones vegetales. Así las formas vida existentes en esta región son muy homogéneas y pueden resumirse en tres tipos biológicos principales:

- Plantas pulvinadas o en cojín;
- gramíneas cespitosas, correspondientes a pastos duros o pajas (Pajonal) y
- arbustos bajos de follaje reducido (Tolar).

5.5.9.2 Resultados

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.

Tabla Nº 5-87 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**	**100,00 %**

Fuente: Elaboración propia.

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.

Finalmente, el sínter corresponde a una zona donde las manifestaciones hidrotermales son evidentes, la presencia de vegetación es prácticamente nula, además el suelo presenta una coloración blanca, producto de las emanaciones hidrotermales.

No se reconocen otros usos de suelo en la zona del proyecto, sin embargo existen dos pequeñas entidades pobladas, Lupe y Puchuldiza, con presencia de viviendas y cercos para el ganado. La primera con 5 viviendas y la segunda con 6 viviendas, según el censo de 2002, éstas localidades habitualmente no están habitadas. En otras épocas del año, los propietarios del ganado concurren a estas localidades para realizar labores de control, marcaje y sacrificio de los animales.

En zona de sínter es posible reconocer algunas instalaciones con fines turísticos, que los integrantes de la comunidad indígena Mauque han realizado en esta área, como es la delimitación perimetral de algunos géiseres, piscina, demarcación de 3 sitios de estacionamientos, bancas, señalética (2) y un recipiente para basuras.

Foto Nº 5-101 Zona de pastoreo (verde pálido) y terreno natural; llamas en Zona de pastoreo (bofedal)




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-102 Sínter (manifestación hidrotermal); delimitación de manifestación hidrotermal




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-103 Burros y suris (avestruz altiplánica) en zona de pastoreo




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-104Entidad de Lupe, junto al Estero Puchuldiza



Fuente: Imagen Google Earth.

Foto Nº 5-105 Entidad de Puchuldiza, junto a ruta acceso desde Mauque



Fuente: Imagen Google Earth.

5.5.10 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

La Región de Tarapacá cuenta con el Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) el que tiene la particularidad de haber sido aprobado mediante Resolución de Calificación Ambiental Nº165/2004, cuando regía la antigua I Región de Tarapacá, que incluye la actual XV Región de Arica y Parinacota.

Existe el Plan Regional Uso de Borde Costero (PRUBC), no es aplicable para el caso de este proyecto, por cuanto la comuna de Colchane no tiene borde costero.

La comuna de Colchane, no cuenta con ningún tipo de instrumento de planificación territorial, ya sea este Plan Regulador Comunal (PRC), Plan Seccional, Limite Urbano o Plan Intercomunal.

5.5.10.1 Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)

El "Plan Regional de Desarrollo Urbano Iª Región" (PRDU) fue elaborado por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la Iª Región (SEREMI MINVU de la Iª Región, presentado a tramitación ambiental en septiembre de 2004 y cuenta con Resolución de Calificación Ambiental expedida en diciembre del mismo año.

Los objetivos generales del PRDU son los siguientes:

- Constituir un marco de referencia para la toma de decisiones y acciones futuras, tanto en materias de regulación como de inversión, anticipándose a las transformaciones que éstas producen.

- Identificar las acciones claves necesarias para el desarrollo de la región, considerando las principales ventajas y dificultades que ella presenta para su inserción en el escenario económico global.

- Prever y hacer compatibles los requerimientos de territorio de las distintas actividades, sin agotar las capacidades que se requerirán en el futuro.

- Proteger las mejores condiciones ambientales de la región, teniendo presente que ellas se sustenten en el tiempo.

- Mejorar la funcionalidad del conjunto de localidades, de manera de lograr mayor fluidez y complementariedad en el sistema regional.

- Integrar a todos los centros poblados a las posibilidades de desarrollo, respetando su individualidad, identidad, y la evolución de su contexto cultural.

Según se señala en dicho instrumento, las intensidades de ocupación definidas en el PRDU, podrán ser precisadas por los Planes Reguladores Intercomunales y Comunales de las comunas de la región.

5.5.11 PATRIMONIO CULTURAL

5.5.11.1 Introducción

A continuación se caracterizan los aspectos patrimoniales y arqueológicos del área de emplazamiento del Proyecto. En forma precisa, la investigación se abocó a la búsqueda e identificación de monumentos nacionales (arqueológicos, paleontológicos, históricos, públicos, zonas típicas, santuarios de la naturaleza); y patrimonio religioso representado por lugares de culto cercanos al proyecto, tales como cementerios, iglesias, grutas, animitas, etc.

5.5.11.2 Metodología

Se implementaron tres acciones metodológicas para caracterizar el área del proyecto:

- Recopilación de antecedentes bibliográficos a fin de determinar las áreas con mayor probabilidad de presencia de monumentos nacionales y otros elementos relevantes del patrimonio cultural.

- Revisión Catastro MOP, sobre monumentos nacionales de la I Región.

- Prospección Área de Emplazamiento del proyecto.

Ésta consideró el recorrido pedestre de toda la superficie involucrada por el proyecto, con una extensión de 3000 há. se realizó mediante transectas separadas por 30 m., de cualquier modo la prospección se hizo más intensiva en las quebradas protegidas y refugios naturales como aleros y cuevas,

5.5.11.3 Resultados

5.5.11.3.1 Revisión Bibliográfica

A. 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.

B. 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.

El período Arcaico, en el Altiplano de la primera región ha sido debilmente estudiado, solo se conocen aproximadamente 4 sitios, a partir de los cuales se han definido 3 etapas de desarrollo: Arcaico Temprano (11.000 – 8.000 A. P), denominado Patapatane, Arcaico Medio (8.000 - 6.000 A. P) y Arcaico Tardío (6.000 – 4.000 A. P), denominado Hakenasa (Santoro, C. 1989). Se debe señalar que las diferencias en las tipologías de puntas de proyectil no son nitidas y no permiten adcribir con claridad los instrumentos a un determinado período. Aun así, las puntas de proyectil registradas en Puchuldiza, se acercan a las del período Arcaico Tardío (Pedunculadas, Triangulares de base concava), aunque sin descartar ocupaciones previas. Para el período Intermedio Tardío (1000 – 1400 d, C.) y Tardío (1400 – 1500 d, C.), es característica la alfareria negro sobre rojo, denominada “Chilpe” en Arica, que se corresponde con la mayor parte de la escasa fragmenteria cerámica registrada en Puchuldiza. Finalmente, aunque solo se registro un fragmento en Puchuldiza, resalta la presecia de cerámica Inka Pakaje, que es característica del período Inka, en el área.

5.5.11.3.2 Prospección Arqueológica

La prospección arqueológica realizada, permitió registrar la presencia en superficie de 28 sitios arqueológicos (**Anexo 5.5.11 –A**). La mayoría correspondientes a ocupaciones de Cazadores del Período Arcaico. Cuentan campamentos extensos abiertos, algunos protegidos en Aleros o Cuevas, así como locus de talla lítica aislados y Avistaderos.

La presencia del período Alfarero, es menor y se concentra en las estancias de Puchuldiza y Lupe, que se ocupan esporádicamente, hasta la actualidad. De manera general, se puede decir que el área donde se desarrollara el proyecto presenta una baja obstrusividad y los sitios arqueológicos excelente visibilidad.

Respecto a la conservación, los sitios registrados presentan una buena conservación y la mayoría debería presentar depósitos estratigráficos. Los factores que producen la mayor alteración en algunos sitios dicen relación con revolcaderos de guanaco.

Finalmente, el trabajo en terreno no evidenció otros elementos relevantes del patrimonio cultural en el área de emplazamiento del proyecto.

5.5.12 ANÁLISIS TURISMO

5.5.12.1 Introducción

El componente turismo resulta importante de estudiar por ser una de las actividades económicas que ha experimentado mayor crecimiento a nivel mundial y que en la región sudamericana y particularmente en Chile se ven fortalecidas por las condiciones de seguridad y estabilidad socioeconómica que presenta el país y que han generado una creciente oportunidad para su posicionamiento internacional como destino singular, exótico y además tranquilo y acogedor.

De acuerdo a datos obtenidos de Policía Internacional, durante el año 2008 ingreso un total de 2.698.659 turistas de nacionalidad extranjera, cifra superior en 7,7% a la contabilizada el año anterior.

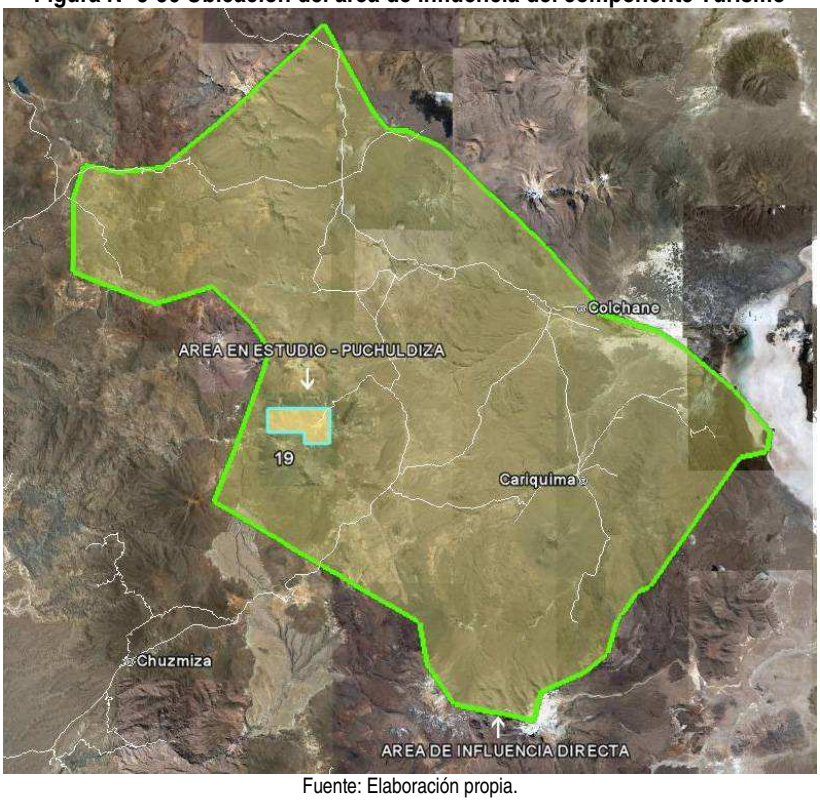
Los turistas ingresaron al país fundamentalmente por vía terrestre (57 %) y aérea (38,5%), mientras que la vía marítima representó solo un 4,5%.

En términos de ingresos el aporte de divisas del turismo extranjero alcanzó a 2.030 millones de dólares.

5.5.12.2 Área de Influencia del Proyecto

El Área de Influencia Directa (AID) del proyecto para la actividad turística constituye la superficie total de la ZOIT de Colchane.

Figura Nº 5-56 Ubicación del área de influencia del componente Turismo



Fuente: Elaboración propia.

El AID fue definido a través del comportamiento del sistema turístico, tomando como principal indicador, las interacciones que posee el área en estudio (2.890 ha) del emplazamiento del proyecto (lugar donde se ubica además el Géiser de Puchuldiza), con el resto del sistema turístico.

De esta manera se observó que el área de estudio interactúa con los elementos del sistema a un nivel que afecta a la ZOIT de Colchane en su totalidad, esta área coincide con el límite comunal de Colchane.

5.5.12.3 Objetivos

Objetivo general

Identificar y analizar el sistema turístico con el que interactuará el área del proyecto geotérmico en la comuna de Colchane.

Objetivos específicos

- Identificar y analizar la oferta turística existente en el área de estudio.
- Identificar y analizar la demanda turística en el área estudio.
- Realizar un análisis sistémico de la actividad turística, que permita entender la interrelación entre los componentes de la oferta turística y la demanda.

5.5.12.4 Metodología

Con el fin de identificar y analizar el comportamiento del sistema turístico en la zona que posee relación al proyecto geotérmico la metodología utilizada se divide en las siguientes etapas:

1. Búsqueda y análisis de información secundaria.
2. Campaña de terreno.
3. Trabajo en Gabinete.

En un comienzo se realizó un exhaustivo análisis de la información existente, la escala de análisis fue regional, provincial, comunal y local con el fin de poseer una aproximación inicial a la realidad del territorio y así entender el funcionamiento macro del sistema turístico ahí inserto. Además también se identificó la significancia que posee el desarrollo de la actividad turística de la comuna y/o provincia en el contexto turístico regional.

Con el análisis de esta información se determinaron los requerimientos y la escala de la información a obtener en las campañas a terrenos realizadas.

Se realizó una campaña de terreno que tuvo una duración de 5 días, en los que se visitó el área en estudio y cada uno de los atractivos vinculados a este, ubicados dentro de la AID definido.

Además, en esta campaña de terreno se contactaron algunos actores relevantes del territorio y operadores turísticos de la ciudad de Iquique que utilizan actualmente la zona con fines turísticos con el objetivo de identificar la demanda actual existente y comprender mejor el sistema turístico.

5.5.12.5 Contextualización General

A continuación se presenta una contextualización de la actividad turística a nivel regional y provincial, además de una presentación de las actividades o iniciativas turísticas existentes en el AID.

5.5.12.5.1 Nivel Regional

La Región de Tarapacá ubicada en el norte de Chile a 1840 km de Santiago, limita al norte con la Región de Arica y Parinacota, al este con Bolivia al sur con la Región de Antofagasta y al oeste con el Océano Pacifico.

Esta región está conformada por 7 comunas, las que se agrupan en dos provincias como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla Nº 5-88 División Político Administrativa de la Región.

Provincias	Comunas
Arica	Arica, Alto Hospicio
El Tamarugal	Camiña, Colchane, Huara, Pica, Pozo Almonte

Fuente: GORE Tarapacá.

El turismo en la Región de Tarapacá según sus ingresos representa actualmente una de las principales actividades económicas en la región luego de la minería y el comercio. Por otra parte según datos proporcionados por Gobierno Regional de Tarapacá en términos de ocupación de personal el año 2007 el ítem Comercio, Restaurantes y Hoteles ocupó un 24% de la población de la región siendo solo superado por Servicios Personales (25%).

En el año 2008 a la región de Tarapacá ingresaron un total 444.627 personas por las dos principales entradas (Aeropuerto Diego Aracena y Paso Fronterizo Colchane), de este total según SERNATUR-INE 153.608 personas (34,5%), corresponde a visitantes extranjeros.

Con respecto al desarrollo del turismo este se divide en tres tipos según motivación:

- Turismo Sol y Playa
- Turismo Intereses especiales de aspectos culturales.
- Turismo Religioso
- Turismo Intereses Especiales

El Turismo Sol y Playa se ubica principalmente en la costa de la región específicamente en la ciudad Capital de Iquique, donde existen playas de arenas blancas que poseen las condiciones ideales para la práctica de actividades recreativas y deportes náuticos. Estas playas además son complementadas con la oferta comercial existente en la ciudad liderada por el Mall ZOFRI.

En cuanto el turismo cultural este se concentra en la comuna de Pozo Almonte a 48 km al este de Iquique lugar donde se encuentran las oficinas Salitreras de Humberstone y Santa Laura ambos lugares actualmente son Patrimonios de la Humanidad de la Unesco y están incluidas en la Lista del Patrimonio de la Humanidad en peligro. Estas salitreras, aunque originalmente funcionaron de forma separada, son en la actualidad el principal reflejo del período de esplendor y contrastes que vivió la región entre fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX.

Dentro de los atractivos más importantes relacionados a este tipo de turismo se encuentran los festivales religiosos realizados en la región donde destaca la Fiesta de la Tirana que se celebra todos los años en el pueblo del mismo nombre, el que se sitúa a casi 90 kilómetros de Iquique. A esta festividad acuden cada año cerca de 250 mil personas tanto a observar esta festividad como a pagar sus mandas y agradecer a la Virgen del Carmen.

5.5.12.5.2 Nivel Provincial

En cuanto a la oferta turística a nivel provincial se puede decir que en la provincia del Tamarugal sobresalen dos sectores, estos son:

1. La Pampa del Tamarugal esta zona posee atractivos tanto de valor natural como cultural, donde sobresalen los siguientes: pueblo de la Tirana (con su fiesta anteriormente nombrada), el pueblo de Huara, la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, los Geoglifos de Cerros Pintados, el oasis de Pica, entre otros.

Destaca por poseer una oferta de actividades de corta duración, de uno o dos días aprovechando su cercanía con la capital regional lugar por donde acceden gran número de visitantes a través del transporte aéreo.

La demanda se compone de turistas nacionales e internacionales aunque con una mayor predominancia hacia los turistas extranjeros (SERNATUR, 2008).

2. La zona altiplánica: esta zona destaca por sus atractivos de poca intervención antrópica y sus pueblos de larga data.

Las actividades posibles de realizar son de mayor duración, no menor a 3 días debido a su distancia y su altitud, ya que gran parte de los atractivos ahí insertos se ubican a más de 3.500 m.s.n.m., a pesar estas limitantes, existen algunos prestadores que ofrecen atractivos de la zona por el día aunque a altos precios.

La demanda turística a esta zona se compone principalmente de turistas extranjeros que realizan rutas por todo el altiplano partiendo de la región de Arica y Parinacota (Lago Chungará) hasta la región de Antofagasta (San Pedro de Atacama).

5.5.12.5.3 Nivel Comunal

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.

PLADETUR de la Comuna de Colchane

Plan desarrollado por la I. Municipalidad de Colchane en Abril del 2008, este documento es de carácter normativo y entrega los principales lineamientos para la actividad turística en la comuna de Colchane.

Los principales componentes desarrollados por este PLADETUR son los siguientes:

- Antecedentes Geográficos y Territoriales de la Comuna de Colchane
- Antecedentes Socioeconómicos y culturales de la comuna de Colchane
- Análisis de la oferta turística de la comuna de Colchane
- Análisis de la demanda turística comunal
- Definición Imagen objetivo
- Formulación de estrategias, programas y proyectos de desarrollo turístico comunal
- Retroalimentación y seguimiento del plan turístico comunal

Dentro de los aspectos más importantes a destacar de este documento están los siguientes:

1. Se definieron los principales tipos de turismo susceptible a desarrollar en la comuna, siendo los siguientes:

    - Agroturismo.
    - Turismo Ecológico (Observación de Flora y Fauna).
    - Volcanismo, Geología, termalismo.
    - Turismo aventura (trekking, Andinismo, trekking con llamas).
    - Turismo Cultural (Arqueología y etnología, ganadería tradicional e historia).
    - Etnoturismo
    - Turismo tradiciones

2. Se identificó el perfil de la demanda turística actual que llega a la comuna

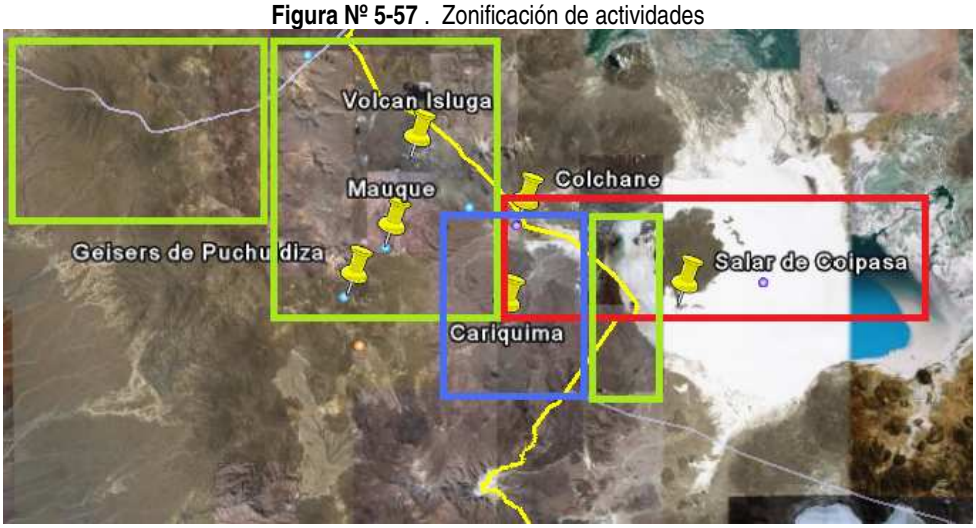
    En el caso de la demanda turística actual, según el PLADETUR son turistas europeos, principalmente de España, Francia y Alemania, que sus preferencias apuntan hacia el turismo rural y el de naturaleza y “que en

general se caracterizan como una demanda de calidad , que buscan productos auténticos que reflejen la cultura local y su medioambiente", (I.M. de Colchane; 2008).

3. Se zonificaron las zonas donde se encuentran las principales actividades turísticas.

Se trata de zonas que se relacionan directamente con un tipo de actividades turísticas específicas, como se puede observar en la siguiente figura:

Figura Nº 5-57 . Zonificación de actividades

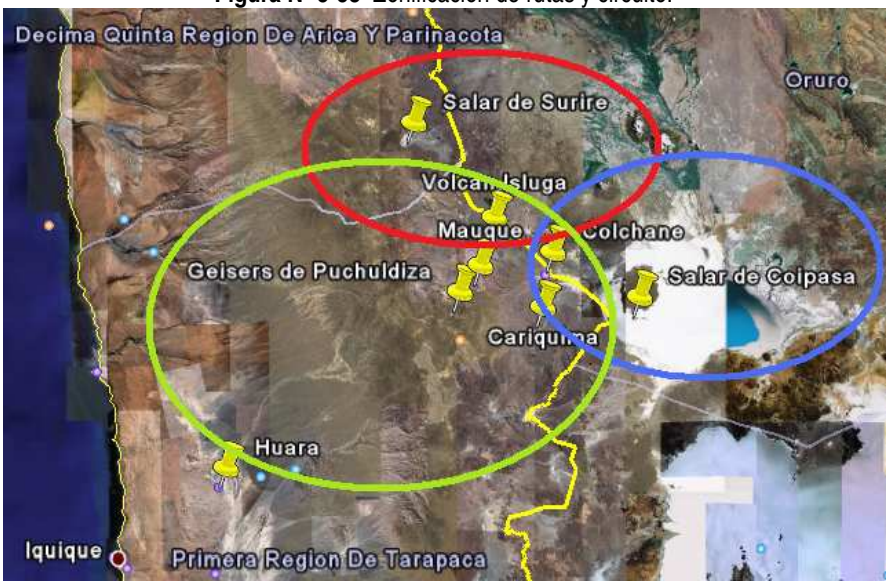


ZONAS	ACTIVIDADES TURÍSTICAS
VERDE	• Ecoturismo • Interpretación Ambiental • Birdwatching • Observación de Flora y Fauna • Investigación • Soft trekkig • Senderismo • Etnoturismo • Termalismo • Andinismo
AZUL	• Turismo Rural • Agroturismo • Trekking con llamas • Rutas agroganaderas • Conocimiento de plantas medicinales • Etnoturismo • Turismo Ecológico
ROJO	• Circuito Turístico Chileno-Boliviano • Ruta de Integración Fronteriza

Fuente: PLADETUR comuna de Colchane.

Por otra también se realizó una zonificación en relación a los circuitos existentes en la comuna, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura Nº 5-58 Zonificación de rutas y circuito.



ZONAS	CIRCUITOS TURÍSTICOS
VERDE	• Sendero de Chile • Sendero Pukara de Isluga (CONAF) • Sendero Laguna de Aravilla (CONAF) • Circuito Ecoturístico Termas y Geiser de Puchuldiza. • Circuito Etno y Eco turístico Colchane * Huara.
AZUL	• Circuito EcoTurístico Chileno-Boliviano (Salar de Coipasa) • Ruta de Integración Fronteriza • Ruta Etnoturística Colchane – Oruro
ROJO	• Circuito Ecoturístico Puchuldiza * Salar de Surire * Lago Chungara.

Fuente: PLADETUR comuna de Colchane.

4. Se definió la imagen objetivo de la comuna a través de un proceso de participación ciudadana (Análisis FODA, análisis participativo situación actual sector turístico, definición imagen objetivo, definición ideas fuerzas, entre otros).

La imagen objetivo de la comuna se presenta a continuación:

"Colchane, comuna turística y sustentable, que pone en valor sus tradiciones culturales en forma asociativa a través de la enseñanza de su naturaleza virgen y milenaria, para compartirlas en forma respetuosa con el visitante que se ha dejado cautivar por esta tierra altiplánica", (I. M. de Colchane, 2008).

5. Se formularon los principales lineamientos del plan basándose en 3 estrategias específicas, las que se presentan a continuación:

- Estrategia territorial y medioambiental
- Estrategia de Competitividad turística local
- Estrategia de marketing turístico

Cada una de estas estrategias fue desarrollada con sus propios programas y carteras de proyectos.

5.5.12.6 Proyectos o Iniciativas Turísticas en la AID

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 km^2, fue declarada como tal en Mayo del 2008.

Según SERNATUR de la región de Tarapacá los fundamentos para declarar la ZOIT de Colchane fueron los siguientes:

- La Comuna de Colchane contiene una riqueza natural, de categoría mundial, que sobrecoge al visitante y donde destaca el paisaje del altiplano, que invita a conocer de cerca grandes manifestaciones de la naturaleza: como volcanes, altas cumbres nevadas, extensas planicies, salares, géisers, además es un lugar donde sus habitantes, los Aymaras y las aves silvestres conviven en plena armonía.

- Las particulares condiciones geotermales de algunos sectores de la Comuna de Colchane donde ha irrumpido un géiser de gran belleza escénica y donde han aflorado 2 termas de gran atractivo.

- La presencia de salares en el alto andino, que junto a sus lagunas son considerados lugares ricos en diversidad biológica y a la vez muy frágiles a la intervención externa, teniendo una belleza paisajística, que lo convierten en un atractivo turístico destacable dentro de la comuna de Colchane

Actualmente esta ZOIT tiene como objetivo el desarrollo sustentable de la actividad turística protegiendo las características únicas antes señaladas.

En una segunda etapa de este instrumento de planificación, se hace necesaria la elaboración de los reglamentos de esta zona para su futura regulación, responsabilidad que pasa a ser labor del municipio.

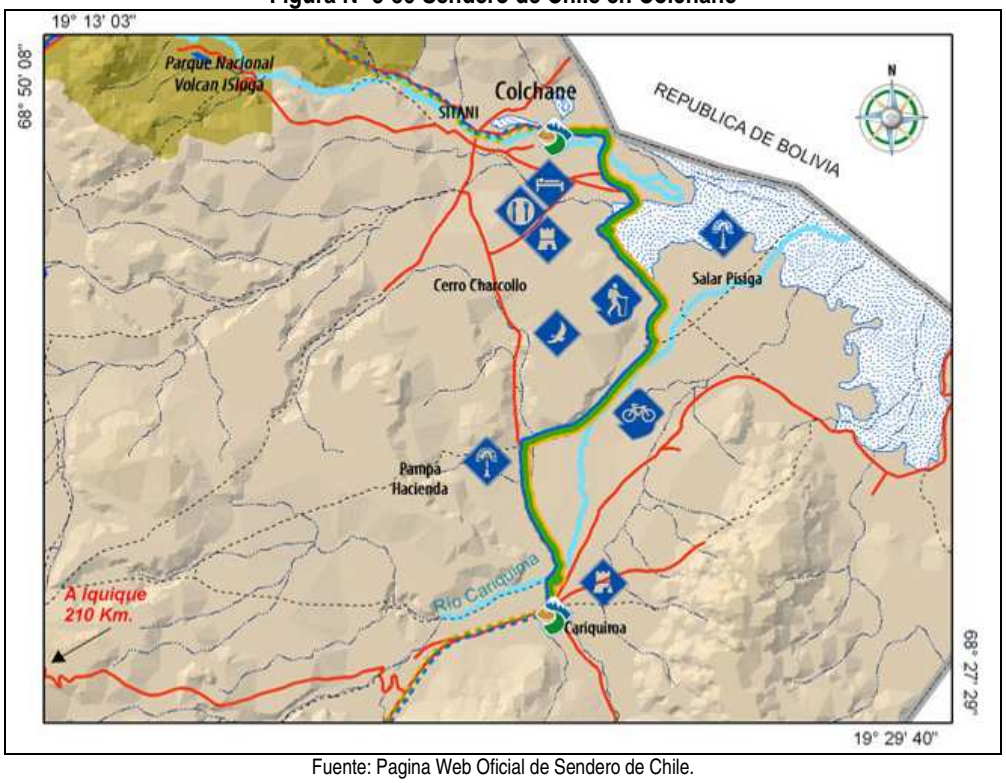
Sendero de Chile El Sendero de Chile es parte de un programa público del Gobierno de Chile, coordinado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), cuyo fin es contribuir a la protección de la naturaleza, a través de la generación de un espacio de acceso público, que permita a la ciudadanía acceder, conocer y valorar el patrimonio natural de Chile.

Es un conjunto de sendas y rutas que atraviesan el territorio de Chile de norte a sur y están habilitadas para la práctica del senderismo

Este programa posee un tramo del sendero en la comuna de Colchane que posee una extensión de 32 km de longitud y se desarrolla a través de una amplia extensión del altiplano, por un camino de tierra. El recorrido se encuentra a una altitud promedio de 3.800 m.s.n.m.

Este tramo une las localidades de Colchane y Cariquima, ubicadas en el lado sur de la comuna junto a la frontera con Bolivia.

Figura Nº 5-59 Sendero de Chile en Colchane



Fuente: Pagina Web Oficial de Sendero de Chile.

Durante la campaña a terreno se observó la falta de señalética con respecto a esta iniciativa, ya que solo se identificó un panel informativo en la localidad de Colchane el cual estaba en muy mal estado (como se observa en la fotografía a continuación).

Foto Nº 5-106 Señalética Sendero de Chile



Fuente: Elaboración propia.

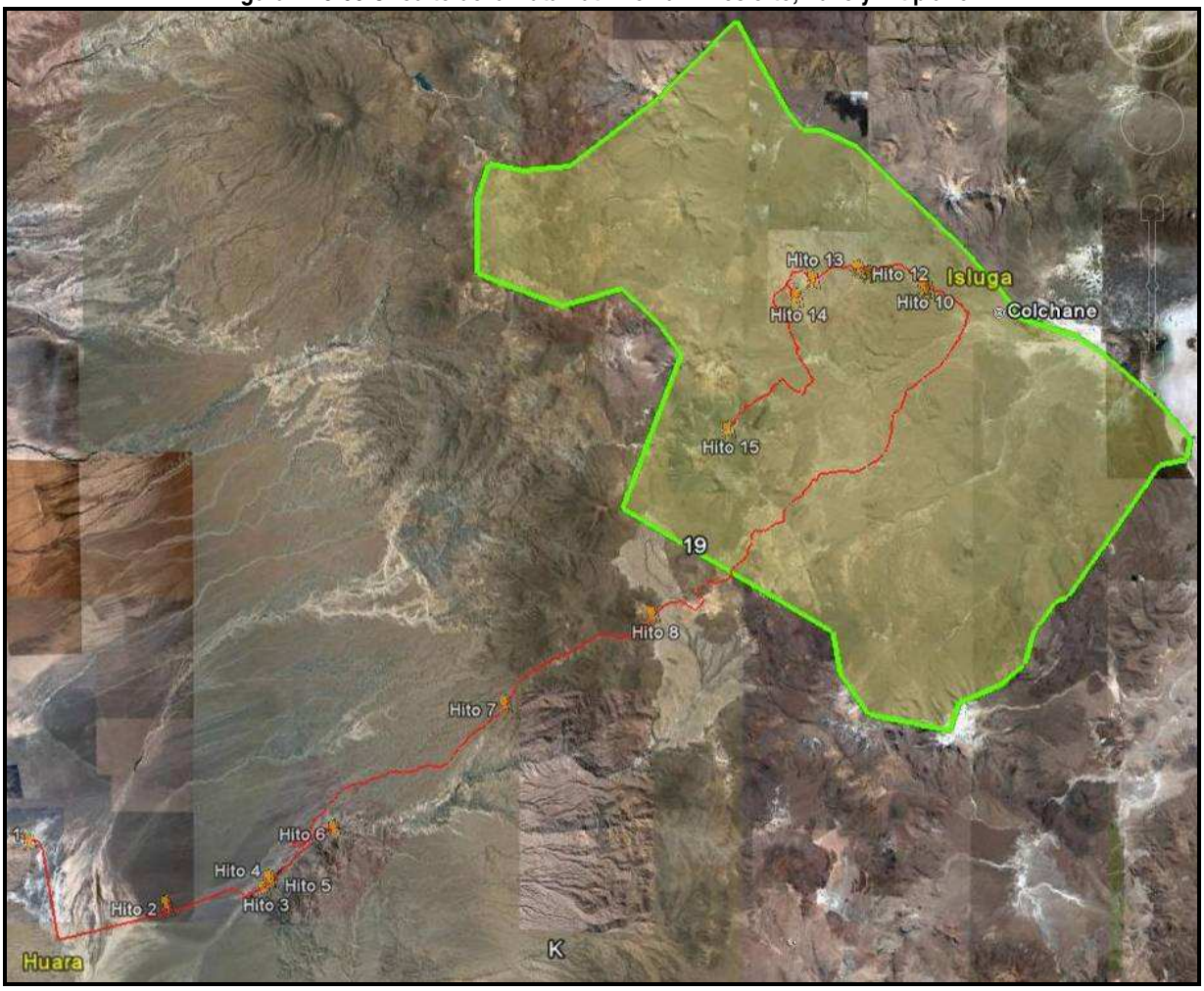
Rutas Patrimoniales Es un programa del Ministerio de Bienes Nacionales cuyo objetivo es otorgar acceso al ciudadano a los bienes físicos, culturales y paisajísticos contenidos en el territorio fiscal**.**

Las Rutas Patrimoniales responden al propósito entonces, de desarrollar y conservar terrenos fiscales de alto valor natural o histórico cultural, mediante la creación de recorridos transitables a pie, en bicicleta, cabalgata y/o vehículo, con el fin de valorizarlos y conservarlos, ampliando y mejorando las alternativas de uso del tiempo libre y la recreación.

En la AID se encuentra la ruta patrimonial denominada "*Circuitos Andes Altiplánicos, Quebrada de Tarapacá*", esta ruta se compone tres circuitos independientes unos de otros que recorren gran parte de la región.

El circuito Nº 1 "Desierto, Valles y Altiplano" es el que recorre parte AID, posee una extensión de 532 km de extensión y visita un total de 15 hitos. El circuito parte en Pueblo de Huara y finaliza en Puchuldiza, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura Nº 5-60 Circuito de la Ruta Patrimonial: "Desierto, Valle y Altiplano"



Fuente: Elaboración propia en base Información de Bienes Nacionales.

Durante la campaña en terreno se identificó la falta de señalética de la ruta y sus circuitos, ya que en los caminos principales y en las localidades de la zona no se observó ningún tipo de estos elementos, salvo en un camino interior saliendo del Parque Nacional Volcán Isluga hacia Puchuldiza.

Foto Nº 5-107 Señalética circuito de la Ruta Patrimonial: "Desierto, Valle y Altiplano"



Fuente: Elaboración propia.

Monumentos Nacionales Son declarados por el Consejo de Monumentos Nacionales que es un organismo técnico que depende directamente del Ministerio de Educación Pública.

Los monumentos nacionales son los lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico o artístico; los enterratorios o cementerios u otros restos de los aborígenes, las piezas u objetos antropo-arqueológicos, paleontológicos o de formación natural, que existan bajo o sobre la superficie del territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales y cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia; los santuarios de la naturaleza; los monumentos, estatuas, columnas, pirámides, fuentes, placas, coronas, inscripciones y, en general, los objetos que estén destinados a permanecer en un sitio público, con carácter conmemorativo.

Los monumentos pueden ser clasificados en cuatro tipos; Monumentos Arqueológicos, Monumentos Históricos, Zonas Típicas y Santuarios de la Naturaleza.

Actualmente en el AID existe un total de 7 monumentos nacionales los que son presentados a continuación:

Tabla Nº 5-89 Monumentos en Comuna de Colchane

NOMBRE	REFERENCIA UBICACIÓN	CATEGORÍA	FECHA DE DECLARACIÓN
Santuario de Isluga	A 6 km. de Colchane	Monumento Histórico	Agosto 1975
Pueblo de Isluga	A 6 km. de Colchane	Zona Típica	Enero 1992
Iglesia de Achauta	Hito de acceso en las ruinas del pueblo de Achauta, no más de 5 km. al Oeste de Colchane	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Caraguano	Pueblo de Caraguano, aprox. 30 km. al nor-este de Colchane, al interior del Parque Nacional de Isluga, a los pies del Volcán Isluga	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Cariquima	Frente a la plaza del pueblo de Cariquima, aprox. a 30 km. Al sur-este de Colchane. Planicie al nor-este del Cerro Cariquima o "Mama Guanapa"	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Mauque	Extremo Norte del poblado de Mauque, junto a un bofedal y cerca de la laguna de Villacollo, al interior del Parque Nacional de Isluga, a los pies del Volcán Isluga	Monumento Histórico	Enero 2006
Iglesia de Cotasaya	Situada a un costado del Caserío de Cotasaya, a 3 km. al sur-poniente de Colchane	Monumento Histórico	Enero 2006

Fuente: Elaboración propia en base información de Monumentos Nacionales.

A pesar de que estos lugares son protegidos para su conservación a través del tiempo, en la actualidad se presentan como atractivos turísticos de carácter cultural y son ofrecidos en los diferentes circuitos o rutas turísticas, como es el caso de la Iglesia y el Pueblo de Isluga y la Iglesia de Mauque, entre otros.

En la campaña de terreno se observó que estos sitios no poseen ningún tipo de mantenimiento ni de protección, por lo que las personas que llegan pueden acceder a ellos sin ningún tipo de restricción, aunque en el caso de varios de ellos se encuentran cerrados con candados.

Foto Nº 5-108 Iglesia y el Poblado de Isluga



Fuente: Elaboración propia.

Parque Nacional Volcán Isluga Este parque es parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) que administra CONAF. Sistema que corresponde a aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el estado protege y maneja para lograr su conservación.

El sistema está formado por 3 categorías de manejo: Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales.

El parque posee variados atractivos turísticos en su interior convirtiéndolo en sí en un atractivo para los turistas. Actualmente es administrado por tres guardaparques que se ubican en el poblado de Enquelga al interior del parque, cerca de su acceso sur que lo conecta Colchane.

En la campaña a terreno se observó que la señalética es deficiente y que el control de las entradas al parque nulo, debido a que no existe ningún punto de control al entrar ni al salir del parque.

Foto Nº 5-109 Señalética existente en el acceso Sur al Parque



Fuente: Elaboración propia.

5.5.12.7 Análisis Oferta Turística

La oferta turística corresponde al conjunto integrado de diversos componentes que permiten sustentar el desarrollo de la actividad turística. Dentro de la oferta se encuentran (Leiva, 1997):

- ✓ *Atractivos turísticos:* son los recursos que motivan la visita de los turistas. Se clasifican en Atractivos Naturales, Atractivos Culturales y Eventos Programados.

- ✓ *Actividades turísticas*: corresponde a las actividades que realiza el turista en el destino (paseos, baños, observación de aves, etc.), se encuentra inserta en el los circuitos o rutas turísticas realizadas.

- ✓ *Planta turística*: son los elementos que facilitan la permanencia del turista en el lugar de destino. Se clasifican en: alojamiento, alimentación, esparcimiento y otros servicios.

A continuación se desarrollará y analizará cada uno de los componentes de la oferta con el fin de contar con un catastro actualizado de estos elementos y sus principales características.

Atractivos turísticos existentes

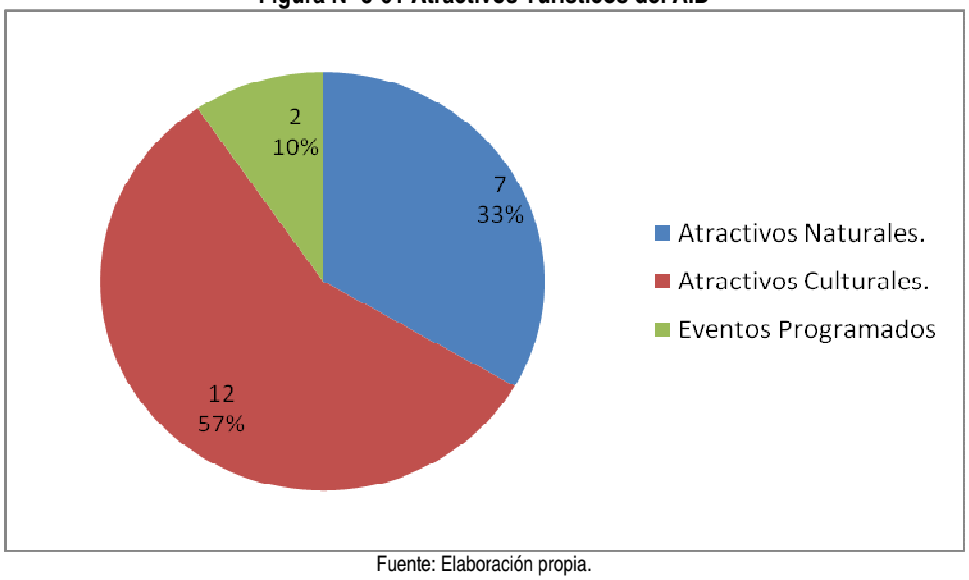
Se entiende como atractivo turístico a todo elemento capaz de motivar, por si solos o en combinación con otros, el viaje turístico hacia una localidad. (Leiva, 1997) La metodología utilizada para la elaboración del catastro de los atractivos existentes consistió en:

1. Recopilación de información secundaria. Se revisaron estudios realizados en la zona y documentos relacionados.

2. Recopilación de información primaria a través de campañas de terreno del equipo multidisciplinario dispuesto para este estudio.

En el AID se identificaron un total de 22 atractivos turísticos actuales los que se dividen en 7 Atractivos Naturales, 12 Atractivos Culturales y 2 Eventos Programados.

Figura Nº 5-61 Atractivos Turísticos del AID



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla donde se observan todos los atractivos identificados en el AID.

Tabla Nº 5-90 Atractivos Turísticos insertos en el AID

NOMBRE	TIPO	CATEGORÍA	UTM E	UTM N
Central Citani	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	535485,95	7868580,74
Iglesia de Achauta	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	535411,55	7868505,47
Iglesia de Caraguano	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	538827,88	7849287,21
Iglesia de Cariquima	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	537274,05	7847268,50
Iglesia de Cotasaya	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	536699,19	7867673,44
Iglesia de Mauque	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	512533,89	7863616,88
Iglesia o Santuario de Isluga	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	529181,30	7871323,96
Pueblo de Cariquima	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	537395,40	7847280,54

NOMBRE	TIPO	CATEGORÍA	UTM E	UTM N
Pueblo de Enquelga	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	520547,00	7873799,11
Pueblo de Isluga	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	529150,27	7871368,78
Pueblo de Mauque	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	512547,82	7863553,28
Pueblo de Quebe	Atractivo Turístico	Atractivo Cultural	519330,01	7848555,12
Cactus Gigantes de Ancovinto	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	543651,63	7854440,11
Laguna Aravilla	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	514892,25	7872412,60
Parque Nacional Volcán Isluga	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	497838,91	7870544,80
Termas de Ancuaque	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	529140,21	7841049,94
Termas de Enquelga	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	520856,98	7873273,05
Géiser de Puchuldiza	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	504542,24	7853570,84
Volcán Isluga	Atractivo Turístico	Atractivo Natural	517400,77	7881954,98
Celebración San Juan (Cariquima)	Atractivo Turístico	Eventos Programados	537410,82	7847306,20
Celebración Santo Tomas (Isluga)	Atractivo Turístico	Eventos Programados	529169,20	7871406,73

Fuente: Elaboración propia.

Para mayor información acerca de las características de cada uno de los atractivos se puede consultar el **Anexo 5.5.12 –A** de fichas de atractivos turísticos.

Los atractivos existentes se agrupan perfectamente en el concepto de altiplano, debido al alto valor paisajístico que posee, que entre sus características se pueden identificar varias cuencas visuales existentes en el Parque Nacional Volcán Isluga y sectores aledaños, además de innumerables elementos que le agregan valor al paisaje, por sobre elementos que le restan calidad.

Por otra parte se puede identificar un alto valor de diversidad biológica importante tanto en los mismos atractivos como en los trayectos que los separan.

5.5.12.8 Identificación de actividades turísticas

El AID presenta una amplia gama de actividades turísticas que se desarrollan principalmente en torno a la naturaleza existente en el lugar, donde las actividades ofrecidas por los operadores turísticos (casi en su totalidad desde Iquique u otra región vecina) se basan principalmente en recorridos por los diferentes atractivos.

Como se expuso anteriormente se han encontrado operadores de otras comunas que ofrecen actividades en el AID, entre las principales actividades destacan las siguientes: montañismo, cicloturismo, trekking y senderismo, sumado a esto se le agrega valor (aunque no se comercializa) mediante la observación de flora y fauna y algunas características culturales locales.

También se deben agregar las actividades que actualmente no se ofrecen comercialmente, sino que son realizadas por los turistas de forma autónoma, como es la asistencia a eventos programados.

5.5.12.8.1 Definición de actividades.

Para comprender mejor las actividades que se realizan en la comuna se hace necesario contar con definiciones técnicas de cada una de ellas evitando así ambigüedades. Para este propósito se han tomado las definiciones propuestas por las Normas Chilenas de Turismo de Aventura de SERNATUR, las cuales se presentan a continuación:

- ✓ Cicloturismo: actividad turística recreativa que consiste en realizar recorridos en bicicletas adecuadas para la actividad, en lugares urbanos o rurales, en carreteras o fuera de éstas, de interés paisajístico, cultural o medioambiental en diversas modalidades.

- ✓ Montañismo: actividad cuyo fin es la ascensión y descenso de montañas, que incluyan el desplazamiento en rocas y/o nieve y que no requieran el uso de técnicas de alta montaña, escalada y esquí ni de aclimatación.

- ✓ Observación de Flora y Fauna: actividad guiada que consiste en visitar lugares específicos con la finalidad de observar, identificar y/o registrar a la flora y fauna en su medio natural.

- ✓ Senderismo o Hiking: actividad cuyo fin es caminar o visitar una zona determinada, utilizando un sendero de condiciones geográficas variadas, sin pernoctar y que no requieran el uso de técnicas o equipo especializado de montaña.

- ✓ Trekking o Excursionismo: actividad cuyo fin es recorrer o visitar un terreno de condiciones geográficas y meteorológicas diversas, que pueden incluir o no, el ascenso de colinas o el paso de portezuelos o collados que no requieran el uso de equipo especializado de montaña.

A continuación se presentan las actividades más relevantes que se realizan en el AID, las cuales se han obtenido de las entrevistas realizadas a los operadores turísticos:

Tabla Nº 5-91 Atractivos Turísticos insertos en el AID

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Tour Parque Nacional Volcán Isluga	Transporte desde Iquique. Duración de 1día, baja exigencia física, recorrido por Puchuldiza, Mauque, Enquelga, Aravilla, Isluga, Cariquima e Iquique. Valor $45.000 p/p.
Turismo en la zona Altiplana	Según requerimientos de los turistas, principales actividades: Trekking, ciclismo, landsailing, fotografías entre otras.
Overland Altiplánico	Transporte, recorrido 3 noches, 4 días, con alojamiento valor $180.000.- p/p Día 1: Arica, Putre, alojamiento, recorrido por la zona. Día 2: Putre, Parque Nacional Lauca, Guallatire, alojamiento, refugio compartido. Día 3 tramo Guallatire, Isluga, Colchane. Día 4 Colchane Iquique.
Gigante de Atacama	Transporte, Pueblo Chuzmiza, Mauque, Colchane, Géiser Puchuldiza, laguna Aravilla, Volcán Isluga, Iquique. $45.000.- p/p circuito de 12 hrs. 6 personas mínimo
Circuito altiplano	Transporte, duración 1 día, $55.000.- p/p, todo incluido, salida 07:30hrs. Geoglifo Wiracocha, camino hacia Colchane, Alto Chuzmiza, Puchuldiza, Mauque, Enquelga, Isluga, Cariquima, Valle Norte, Iquique llegada a las 21:00hrs.
Ruta Altiplánica 3 días	Transporte, duración 3 días, $170.000.- p/p, Geoglifo Wiracocha, camino hacia Colchane, Alto Chuzmiza, Puchuliza, Mauque, Enquelga, Isluga, Cariquima, Valle Norte, Parque Nacional Volcán Isluga, cena y pernoctación en Colchane.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Día 2, Termas Enquelga, Salar Surire, Termas Polloquere, almuerzo pueblo Guayatire, Putre, cena y alojamiento. Día 3, Parque Nacional Lauca, lago Chungará, lagunas Cotacotani, Parinacota, Pukará Copaquilla, Lluta, Arica, retorno Iquique, no incluido
Iquique -Colchane -Salar Surire -Parque Nacional Lauca - Arica	Transporte, duración 4 días, Día 1. Iquique, Humberstone, Huara, Wiracocha, Cariquima, Colchane. Día 2, Enquelga, Isluga, laguna Aravilla, Termas Polloquere, Salar Surire, Guallatire, Ancuta, Putre. Día 3, Parque Nacional Lauca, mirador Chucuyo, Parinacota, lagunas Cotacotani, Chungara, Termas Jurasi, Putre. Día 4, Putre, Socoroma, Zapahuira, Pukara Copaquilla, Poconchile, Lluta, Azapa, Arica. El valor es de $150.000 p/p.
Iquique- Putre -Salar Surire- Isluga- Colchane – Iquique	Transporte, duración 2 días, Día 1, Reserva Nacional Las Vicuñas, Pueblos Ancuta y Guallatire, Salar Surire, Termas de Polloquere, Parque Nacional Isluga, Laguna Aravilla, Enquelga, Isluga, Colchane. Día 2, Colchane, Cariquima, Chuzmiza, Wiracocha, Huara, Humberstone, Iquique, Valor $80.000.- p/p

Fuente: Elaboración propia.

Como se pudo observar en el cuadro anterior las rutas y circuitos en su gran mayoría son realizados por operadores de Iquique o Arica, debido a la inexistencia de operadores o agencias de viajes en el AID.

Por otra parte el PLADETUR de la comuna, además las actividades antes nombradas identifico las siguientes: Rutas agroganaderas, trekking con llamas y conocimiento plantas medicinales.

Estas actividades (o rutas como las presenta el PLADETUR) durante la campaña a terreno y entrevistas con los operadores de la zona no fueron detectadas.

5.5.12.8.2 Planta Turística

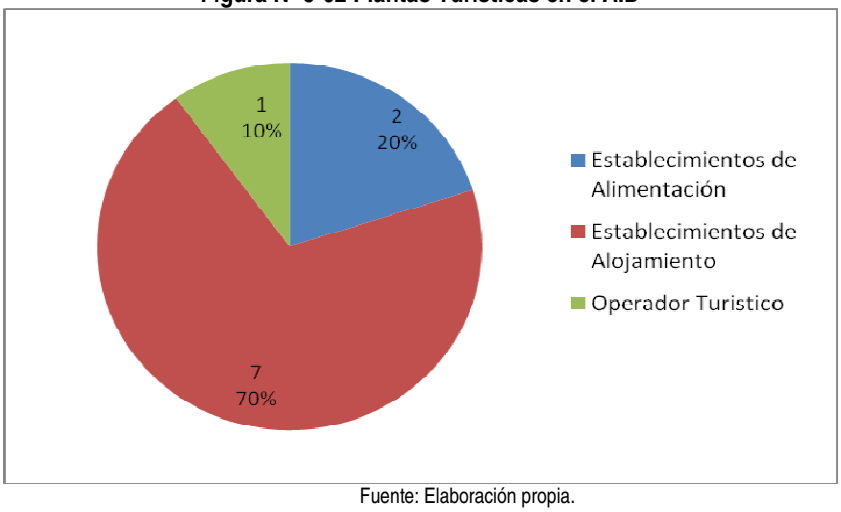
La planta turística son aquellos elementos que facilitan la permanencia en el lugar de destino. Incluye el equipamiento y las instalaciones turísticas.

A continuación se presenta los componentes de la planta turística que está compuesta por:

- ✓ Establecimientos de Alojamiento.
- ✓ Establecimientos de Alimentación.
- ✓ Agencia de Viajes.
- ✓ Prestadores de Servicios Turísticos y Complementarios.

En el AID se identificaron un total de 10 establecimientos que componen la planta turística, del cual el 90% se compone entre establecimientos de Alojamiento y Alimentación.

Figura Nº 5-62 Plantas Turísticas en el AID



Fuente: Elaboración propia.

- **Alojamiento**

En el AID se identificaron un total de 7 establecimientos de alojamiento turísticos ubicados en las principales localidades de la AID, como: Colchane y Cariquima.

Tabla Nº 5-92 Establecimientos de alojamiento existentes en el AID

NOMBRE	CATEGORÍA	UTM E	UTM N
Alojamiento Central Citani	Alojamiento	535435,44	7868469,33
Alojamiento el Volcán	Alojamiento	520492,80	7873823,08
Hostal Huanapa	Alojamiento	537306,93	7847350,36
Hostal Tata Inti	Alojamiento	537358,30	7847355,04
Hotel Isluga	Alojamiento	538296,35	7868581,32
Refugio Enquelga Conaf	Alojamiento	520529,28	7873784,21
Residencial Camino del Inca	Alojamiento	538198,75	7868549,24

Fuente: Elaboración propia.

Los establecimientos de alojamiento según clasificación se divide de la siguiente manera: 2 hostales, 1 hotel, 1 residencial, 1 refugio y 2 sin clasificación.

Es importante tener en cuenta que algunos de los establecimientos de alojamiento también prestan servicios de alimentación como ocurre en el caso del Hotel Isluga, Hostal Tata Inti, Hostal Huanapa y Residencial Camino del Inca.

Otro dato a destaca es que el alojamiento Central Citani, en la actualidad esta operando exclusivamente para alojar a los trabajadores de la obras de repavimentación de la ruta CH-15, que se están realizando actualmente en la zona, por lo que no está recibiendo a turistas.

- **Alimentación**

En el caso de los establecimientos de alimentación, además de los alojamientos que prestan este servicio de forma adicional, solo se identificaron dos personas que de manera informal entregan este servicio.

Estas personas se encuentran en la localidad de Colchane, atienden principalmente a los habitantes de la comuna y en un segundo lugar a los turistas que esporádicamente solicitan dicho servicio.

Tabla Nº 5-93 Establecimientos de alimentación existentes en el AID

NOMBRE	CATEGORÍA	UTM E	UTM N
Elvira Flores Caqui	Alimentación	538176,07	7868643,90
Ruth Mamani Vilca	Alimentación	537943,71	7868605,72

Fuente: Elaboración propia.

- **Prestadores de servicios**

En el AID sólo se identificó a un grupo de tres personas que esporádicamente ofrecen servicios de cicloturismo en los alrededores de la localidad de Cariquima.

Tabla Nº 5-94 Servicio de cicloturismo existentes en el AID

NOMBRE	CATEGORÍA	UTM E	UTM N
Guías Local Cicloturismo	Guía	537304,18	7847467,43

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte se identificó una asociación de artesanos denominada “Sunimarka”, pero a pesar de ser conformado por artesanos de la zona ellos venden sus productos en Iquique.

- **Agencias de Viajes**

En el AID no se identifico la existencia de ninguna agencia de Viaje.

- **Infraestructura y Equipamiento**

La importancia de este componente yace en que permite la vinculación entre los lugares de origen de los turistas y los lugares de destino. Los elementos de este componente son: red vial, energía y sanidad y salud.

En el caso de la red vial, se puede observar que el AID posee como columna vertebral la ruta CH-15 que la atraviesa longitudinalmente y que une la capital regional y el paso fronterizo Colchane.

Es una ruta pavimentada en gran parte de su extensión y que en la actualidad presenta trabajos de mantenimiento en varios puntos.

Además existe una red de camino secundario que permite transitar sin mayores problemas entre las principales localidades y sus atractivos.

En el caso de la energía en el AID, se observó la inexistencia de luminarias públicas en los caminos y localidades. Además en la campaña a terreno se observo que en la localidad de Colchane solo hay servicio de electricidad desde las 20.00 hrs. hasta 00.00 hrs.

En el caso de Sanidad y Salud, solo existe un servicio atención primaria en las localidades a través de postas rurales, por lo que cualquier emergencia mayor se debe dirigir a Huara o Iquique.

5.5.12.9 Análisis de la Demanda Turística

Demanda turística comprende el total de personas que viaja o desea viajar para usar las instalaciones y servicios turísticos ubicados en lugares distintos al de residencia y trabajo de los usuarios (Leiva, 1997).

Para conocer el perfil de la demanda turística, se realizaron entrevistas a diferentes operadores turísticos que ofrecen programas y utilizan la oferta turística existente en el AID.

Entrevistas con operadores de la zona

Se identificaron un total de 14 operadores que utilizan la oferta turística existente en el AID, estos se ubican tanto en región como fuera de esta. Los operadores o agencias contactadas se presentan a continuación.

Tabla Nº 5-95 Operadores Turísticos existentes en el AID

NOMBRE	COMUNA	REALIZACIÓN ENCUESTA
Atacama Sariri	Iquique	Ok
Avitour	Iquique	Ok
Civet Aventuras	Iquique	Ok
Extremo Norte	Iquique	Ok
Good Travel	Iquique	Ok
Iquitour	Iquique	Ok
Turismo Lirima	Iquique	Ok
Altiplano Turismo	Iquique	Ok
Agencia de viaje Climatex	Iquique	No Contesta
Mayuru Tour	Putre	Ok
Vicuña Tours	Putre	No Contesta
ADS Mundo	Santiago	No Contesta
Terranova	Santiago	No Contesta
CI Mundo	Santiago	No Contesta

Fuente: Elaboración propia.

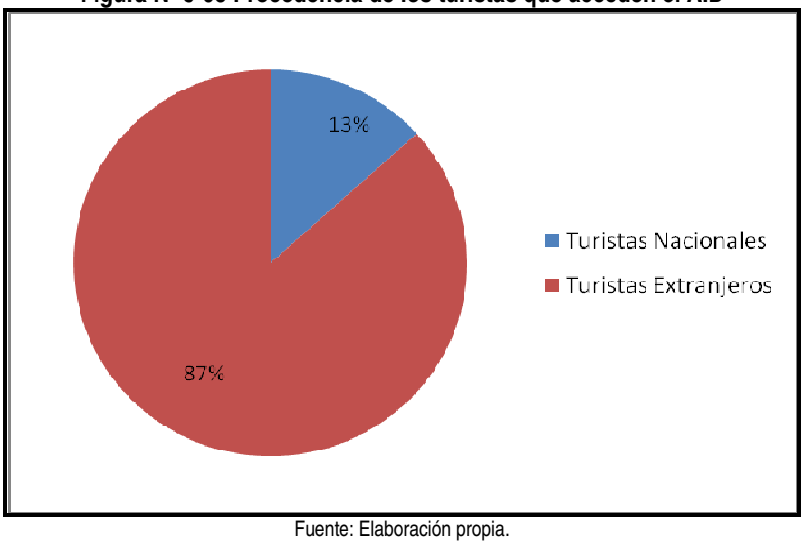
Como se puede observar en la tabla anterior del total de las empresas contactadas solo 9 respondieron las encuestas mientras que las otras 5 no quisieron contestar.

La mayoría de los prestadores que respondieron las encuestas se localizan en la comuna de Iquique, mientras que las ubicadas en la región metropolitana no quisieron contestar.

Por otra parte se les consultó acerca de la cantidad de turistas que atienden al año, de las 9 empresas que respondieron, 8 (89%) declino responder esta pregunta aduciendo que esta era información privada. Mientras que la otra empresa dijo atender un total de 240 turistas al año.

Además se les consultó acerca de la procedencia de los turistas, respondieron que el 13% son turistas nacionales, mientras que el 87% restante son extranjeros.

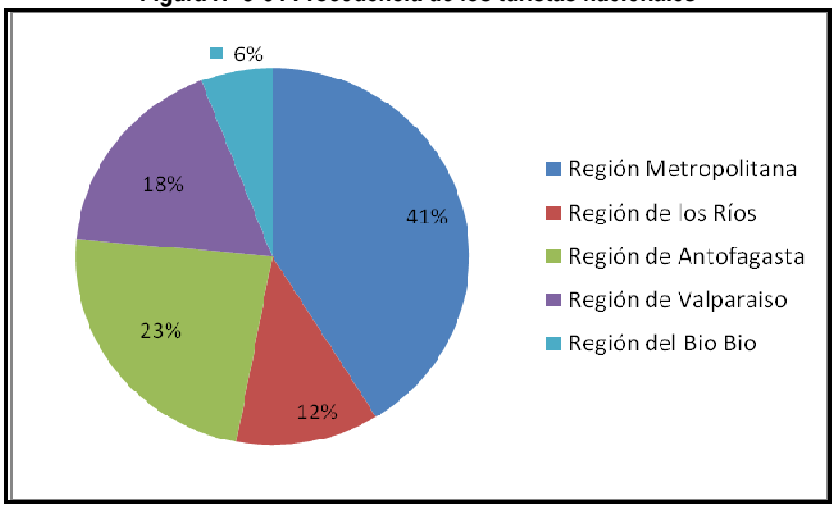
Figura Nº 5-63 Procedencia de los turistas que acceden el AID



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la procedencia de los turistas nacionales, las principales regiones emisoras son la Región Metropolitana (41%) seguido por la Región de Antofagasta (23%) y finalmente la Región de Valparaíso (18%). A continuación se presenta un gráfico con los porcentajes de participación correspondientes a las regiones emisoras de turistas a esta zona.

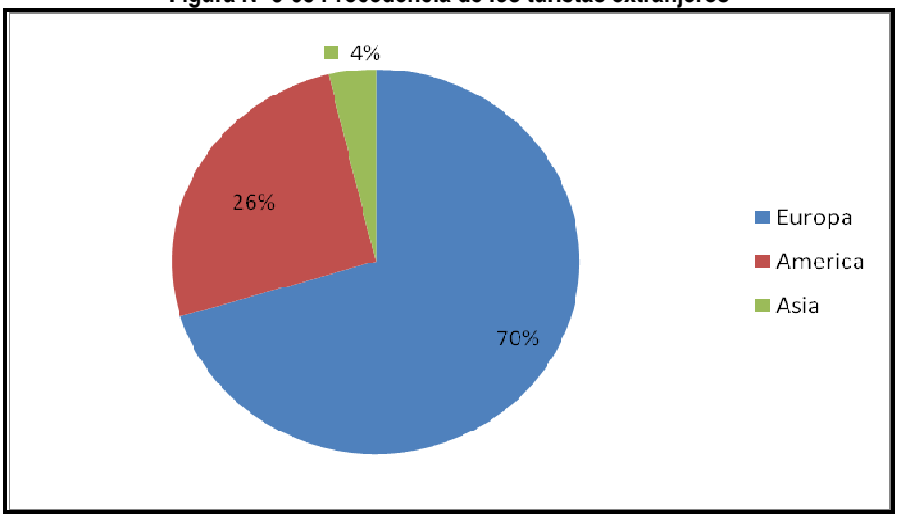
Figura Nº 5-64 Procedencia de los turistas nacionales



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las procedencias de los turistas extranjeros, estos provienen principalmente de países de Europa (70%), seguido de países de América, específicamente América del Norte (26%) y finalmente de países de Asia (4%), como se puede observar en el gráfico a continuación.

Figura Nº 5-65 Procedencia de los turistas extranjeros

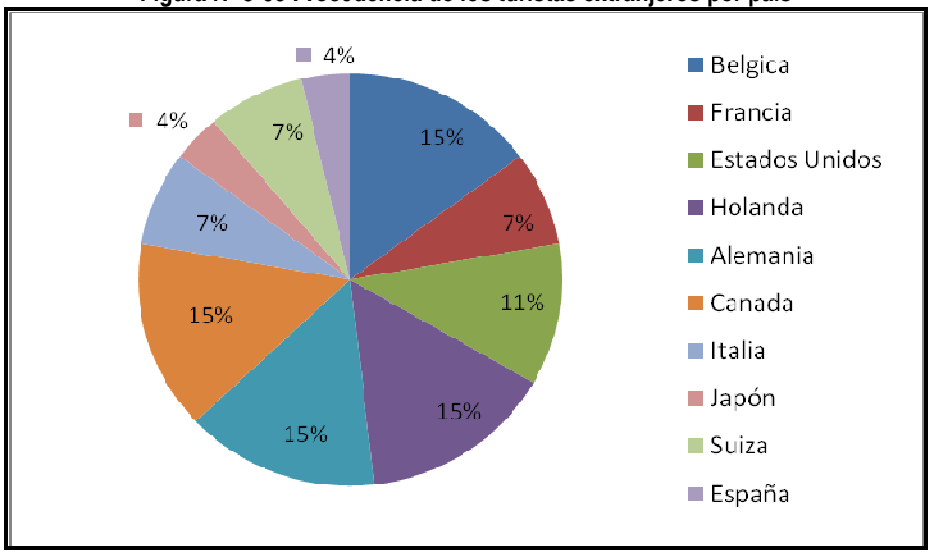


Fuente: Elaboración propia.

Estos valores coinciden con el perfil de la demanda desarrollado en el PLADETUR de la comuna, donde identifican al mercado europeo como el que se ve mayormente atraído por la oferta existente en la comuna.

Con respecto a los países específicos desde donde provienen los turistas extranjeros los más nombrados fueron: Canadá, Bélgica, Holanda, Alemania todos con un 15%, como se puede observar a continuación.

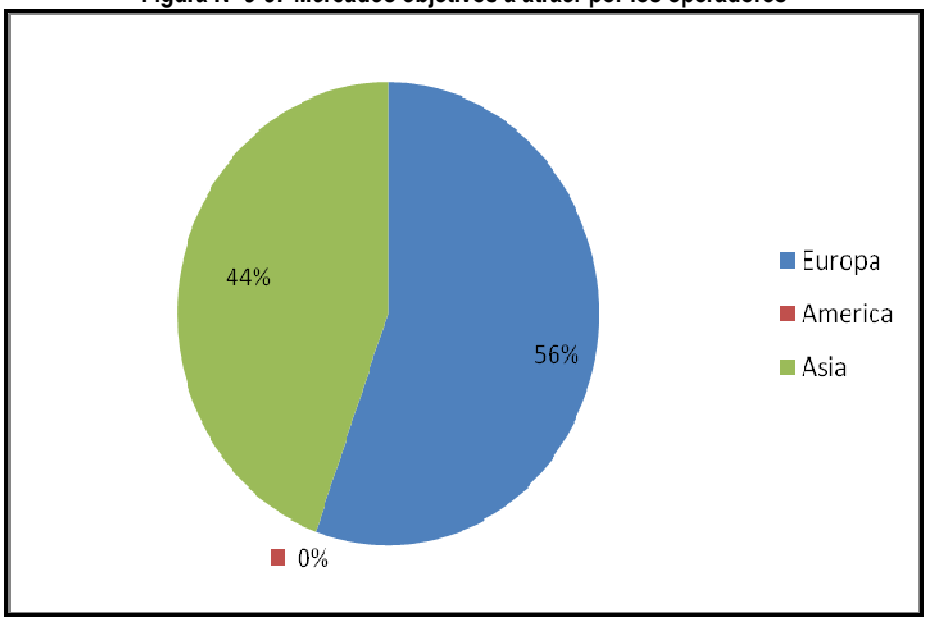
Figura Nº 5-66 Procedencia de los turistas extranjeros por país



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente cuando se les consultó por el mercado objetivo al cual apuntan sus productos turísticos, la respuesta apuntó hacia el mercado europeo y en segundo lugar al mercado asiático.

Figura Nº 5-67 Mercados objetivos a atraer por los operadores



Fuente: Elaboración propia.

Los países más nombrados en el caso de Europa fueron los Países Bajos (Holanda) y Alemania, mientras que en el caso de Asía el único país nombrado fue Japón.

5.5.12.10 Entrevista Sernatur

Además de las entrevistas realizadas a los operadores turísticos, como parte de la identificación del perfil del turista y el mayor conocimiento del sistema se procedió a la realización de una entrevista al encargado de Planificación del Servicio Nacional de Turismo en la Región de Tarapacá, el señor Manfredo Thiele.

Las principales características del sistema turístico expuestas en la entrevista fueron las siguientes:

- ✓ Los turistas acceden al AID de dos maneras, la primera es a través de operadores turísticos de la capital regional, que ofrecen excursiones por el día, de una duración promedio de 15 horas. La segunda forma es a través de operadores especializados tanto de la región como de Santiago, estas rutas poseen una duración superior a 10 días.

- ✓ Acerca de la demanda actual que se dirige al AID, explico que son turistas extranjeros, principalmente de Europa (Alemania, Suiza, Francia, entre otros), de educación superior (universitaria pre y post grado), que realizan actividades de Turismo Aventura y de intereses especiales (ciclismo, trekking, montañismo, actividades de observación).

- ✓ Además este funcionario comentó que principalmente los turistas buscan un atractivo vinculado con la Naturaleza de Altiplano, donde sus principales características son: su valor paisajístico y de biodiversidad, complementado con el bajo grado intervención de la zona.

- ✓ Con respecto a la planta turística en el lugar, el funcionario de SERNATUR comentó que la existente en la actualidad a pesar de no ser de gran categoría (tres estrellas o superior), es la adecuada a la oferta turística actual.

- ✓ Por último afirmó que el paso fronterizo existente en la localidad de Colchane posee principalmente un carácter comercial y es usado por los turistas de manera esporádica.

5.5.12.11 Perfil de la demanda

Según las entrevistas realizadas y comentadas anteriormente, se logró determinar que el perfil del turista que visita el AID posee las siguientes características:

- ✓ Turista extranjero proveniente principalmente de Europa y América del Norte.
- ✓ El turista visita directamente el AID utilizando el resto de la región como un lugar de paso.
- ✓ Se contacta con operadores desde Santiago o del exterior, llegando a la región con los contactos realizados.
- ✓ Según SERNATUR (2008) los turistas europeos tienen un gasto promedio individual de US$ 1100 y una permanencia de 18 días, mientras que los turistas norteamericanos tienen un gasto promedio de US$ 1200 y una permanencia de 12 días.
- ✓ Posee un nivel de educación universitario (tanto de pregrado como de postgrado).
- ✓ Compra los servicios de rutas de una duración mayor a 10 días.
- ✓ El turista realiza primordialmente actividades de turismo de interés especiales tanto de tipo contemplativo (fotografía, observación de flora y fauna, contemplación de paisaje, etc.) como participativo (cicloturismo, trekking, montañismo, entre otras).
- ✓ Por las características de los lugares deben tener un salud compatible con la actividad (personas sin hipertensión, ni problemas cardíacos, entre otros)

5.5.12.12 Análisis del Sistema Turístico

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados e interdependientes, por lo que cualquier cambio que se realice en una parte del sistema tendrá un impacto directo o indirecto y de intensidad variable sobre los otros elementos del sistema. (Leiva, 1997).

El sistema turístico al que pertenece el AID, se compone por los diferentes elementos anteriormente expuestos, que son:

- ✓ Atractivos Turísticos
- ✓ Planta Turística
- ✓ Demanda Turística.

A continuación se presenta el análisis de cada uno componentes del sistema.

El sistema posee 21 atractivos turísticos de los que son 12 son de carácter cultural, 7 naturales y 2 eventos programados.

Los atractivos más visitados por los turistas, según la entrevista realizada al encargado de planificación de SERNATUR, son los ubicados en el área norte de la AID, los que están vinculados al Parque Nacional.

Por otra parte es importante resaltar que en el AID no existe ningún atractivo que posea una alta jerarquía y que por lo tanto sea capaz de atraer por si solo un importante número de visitantes, si no que se vende como un todo bajo el concepto de altiplano que reúne sus características de biodiversidad y su cultura.

Es importante destacar que esta baja jerarquía está vinculada directamente con características externas del atractivo como son: promoción y marketing, distancia de los centros poblados, demanda actual, entre otros; conceptos que poseen una alta ponderación dentro de la evaluación Cicatur – OEA y que castiga fuertemente a la jerarquía de un atractivo, independiente de su potencialidad en valores visuales, paisajísticos o culturales.

Existen en total 10 establecimientos turísticos en el AID.

Los establecimientos se concentran en tres localidades que son la localidad de Colchane, Cariquima y Enquelga.

La planta turística existente en la localidad de Colchane por ubicarse en las cercanías de un paso fronterizo es utilizada tanto para la actividad turística como para la actividad comercial que ahí se experimenta. Cabe destacar que con las estadísticas de entradas/salidas existentes, no es posible determinar que parte del universo de persona que ingresan al país con fines turísticos.

Por otra parte en el caso de Cariquima, la planta turística ahí existente es utilizada exclusivamente para el turismo, por los turistas que viajan con operadores y de manera independiente.

Finalmente en el caso de la planta turística de la localidad de Enquelga es utilizada actualmente solo por los turistas que viajan de manera independiente.

La demanda turística posee cuatro lugares de entradas/salidas de la AID, que alimentan el sistema turístico.

- La primera es la Ruta CH-15 que une al área con la ciudad de Iquique, lugar donde se encuentra una entrada/salida como es el aeropuerto Diego Aracena
- La segunda, es el paso fronterizo de Colchane lugar que une al AID con el país de Bolivia, a pesar de ser un paso netamente comercial es utilizado esporádicamente por algunos turistas que entran/salen de el país.
- Las dos últimas entradas/salidas del AID son utilizadas principalmente para la realización de rutas y circuitos turísticos por lo que se observa un alto uso para la actividad. Estas son la ruta hacia Putre por el Parque Nacional Volcán Isluga y la ruta hacia Pica por Cariquima.

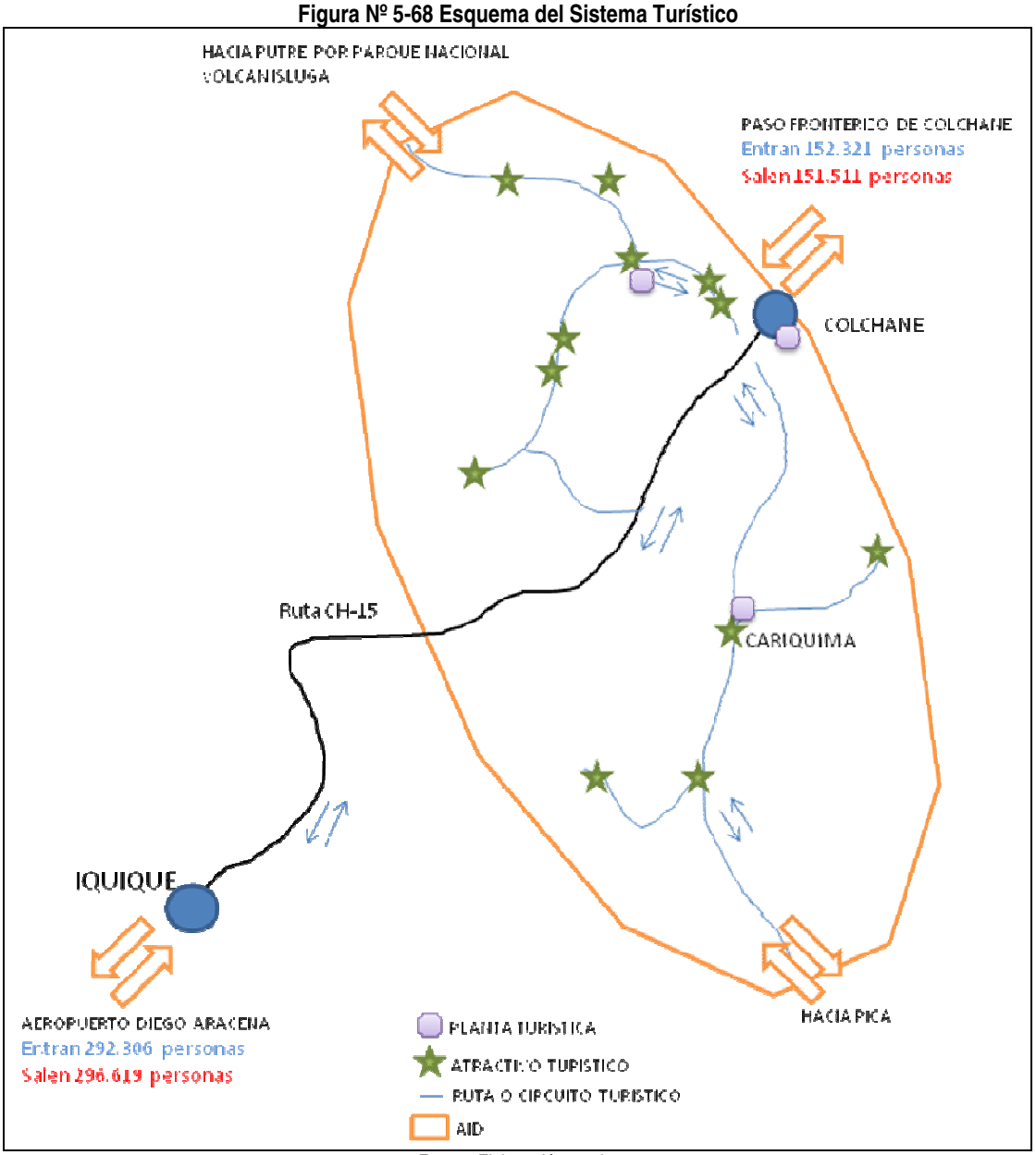
Los flujos de demanda acceden principalmente por Iquique o Putre, los que acceden por la capital regional en su mayoría realizan excursiones por 1 o 2 volviendo posteriormente a Iquique o trasladándose hacia Putre y volviendo vía Arica. Estos flujos visitan mayoritariamente los atractivos turísticos insertos en la zona nor –este vinculados al Parque Nacional Volcán Isluga y cuando lo requieren utilizan la planta turística existente en a localidad de Colchane.

Existen flujos de Iquique aunque en cantidad menor, que visitan la AID y luego se dirigen hacia Bolivia, pero estos flujos se caracterizan por ser turistas que viajan de manera particular (sin haber contratado a ningún operador) y que poseen movilización propia.

Por otra parte la demanda que accede al AID por Putre realiza en su mayoría excursiones superiores a 3 días, recorriendo gran parte de los atractivos existente en AID y luego dirigiéndose a la salida sur hacia Pica llegando en algunas ocasiones hasta San Pedro de Atacama. La gran mayoría utiliza la planta turística existente en la localidad de Cariquima preferentemente.

Estas excursiones se realizan en todas las ocasiones a través de operadores turísticos que operan desde Santiago o con operadores locales que poseen convenios con agencias de Santiago o internacionales.

Figura Nº 5-68 Esquema del Sistema Turístico



Fuente: Elaboración propia.

5.5.13 ANÁLISIS PAISAJE

5.5.13.1 Introducción

Para el presente estudio se entenderá por el término Paisaje a la manifestación visual o externa del territorio, derivada de la combinación de una serie de factores causales físicos como son la geomorfología, clima, vegetación, fauna de ese paisaje, y la incidencia de perturbaciones de tipo natural y de origen antrópica.

Este paisaje se genera a partir de lo que un "observador" es capaz de percibir de ese territorio fundamentalmente por su visión, no obstante la participación de los demás sentidos es de vital importancia, por lo tanto, el paisaje pasa a ser una realidad física experimentada individualmente por el hombre según sus rasgos culturales y de personalidad, y condicionada por su capacidad física de percepción (de Bolós, 1992).

En este caso la aproximación al paisaje es desde dentro del propio terreno, y lo que importa no es tanto el conjunto del paisaje-territorio como la parte de él que se muestra al espectador, es decir, el entorno visual que logra percibir desde su punto de observación.
Esta evaluación visual busca establecer el valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el grado de vulnerabilidad que presenta éste a las características del proyecto.

La evaluación visual busca establecer el valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el grado de vulnerabilidad que presenta este a las características del proyecto.

5.5.13.2 Objetivo

Identificar, caracterizar y valorar la realidad paisajística del área de estudio.

5.5.13.3 Metodología

La metodología empleada para realizar la evaluación visual de paisaje se estableció en dos etapas, una de trabajo en terreno, y otra fase de estudio y análisis en gabinete de los datos obtenidos.

Durante el terreno se recopilaron datos necesarios para el estudio. En cada sector de las áreas de estudio, según el método de *observación directa in situ* (Litton, 1973), se efectuaron los siguientes trabajos:

Determinación de puntos y ó rutas de observación, seleccionando aquellos que fueran habitualmente recorridos por un observador común, y que desde los cuales existan altas probabilidades de visualizar el futuro proyecto, dadas sus características panorámicas y de visibilidad. Para su correcta localización cada punto de observación fue establecido a través de un posicionador satelital (GPS), con el que se determinó la ubicación geográfica (UTM) de cada uno de éstos.

Definición de las unidades de paisaje encontradas en las áreas de potencial exploración en el territorio estudiado. Se entenderá por *Unidad de Paisaje* las áreas o sectores homogéneos dentro del territorio. Sus límites se definen según características morfológicas, vegetacionales y espaciales en común, y según el similar tipo de respuesta visual ante posibles acciones antrópicas.

Inventario de los recursos visuales de cada unidad de paisaje definida, quedando registrada todas las observaciones en un formulario de terreno (Ficha de Evaluación de Paisaje). Se entenderá por recurso visual de un paisaje a los

rasgos naturales o culturales del paisaje que consiguen promover una o más reacciones sensoriales de aprecio y satisfacción por parte del observador. Los recursos visuales analizados fueron los siguientes:

- *Áreas de Interés Escénico:* Se definen como zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.
- *Marcas Visuales de interés:* Son elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico, adquieren significancia para el observador.
- *Cubierta Vegetal Dominante:* Se refiere a las formaciones vegetales que son relevantes dentro del paisaje (bosques, matorrales, etc.).
- *Cuerpos de agua:* Se refiere a la presencia del agua en el paisaje en cualquiera de sus formas (lagos, ríos, etc.).
- *Intervención Humana:* Son los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, etc.), que pueden participar en la escena como elementos estéticamente positivos o negativos.

En la etapa de gabinete se trabajó con toda la información recopilada en terreno, definiéndose los siguientes puntos:

- ✓ Determinación de la calidad visual de las unidades de paisaje definidas: Para realizar esta evaluación se utilizó una adaptación del método propuesto por el Bureau of Management (1980). Para tener claridad en el concepto se entenderá por calidad visual a la belleza o valor estético que posee un paisaje en un momento determinado, y previo a cualquier tipo de modificación.

- ✓ Establecer la fragilidad visual de las unidades de paisaje definidas: En este caso se usó una adaptación del método de Aguiló (1993). Este método asigna valores a una serie de factores que participan en la realidad de un paisaje visual, como son factores biofísicos, de visualización, singularidad y accesibilidad visual. La fragilidad o vulnerabilidad de un paisaje se define como la susceptibilidad de éste al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Se refiere a la capacidad intrínseca de un paisaje para absorber, ocultar o disimular visualmente cualquier modificación que se realice al interior de éste, y expresa el grado de deterioro (reflejado en su calidad visual) que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (de Bolós, 1992).

5.5.13.4 Análisis de la información

5.5.13.4.1 Área de influencia del proyecto

Se define como área de influencia para el Paisaje, la superficie definida y ocupada por las Unidades de paisaje, las cuales quedan establecidas desde los puntos de observación, involucrando de esta manera los principales flujos visuales que se dan desde y hacia el área afectada por el proyecto. Ocupando finalmente el área que es percibida visualmente por cualquier observador y desde donde se generan las principales interacciones entre los elementos que conforman el medio y las acciones del proyecto.

Se determina el Área de Influencia Directa (AID) como todo el límite que presenta el área de estudio, donde se concentran las unidades de paisaje y los puntos de observación que presentan vistas panorámicas.

Figura Nº 5-69 Área de Influencia del componente Paisaje



Fuente: Elaboración propia Imagen Google Earth.

5.5.13.4.2 Determinación de puntos de observación

Dentro del área de estudio se determinaron puntos de observación en terreno. Estos tienen por finalidad obtener las mejores vistas del sector para la evaluación de paisaje.

Para este estudio se determinaron 5 puntos de observación con vistas panorámicas del lugar, y desde donde es posible observar más de una unidad de paisaje.

Figura Nº 5-70 Puntos de observación



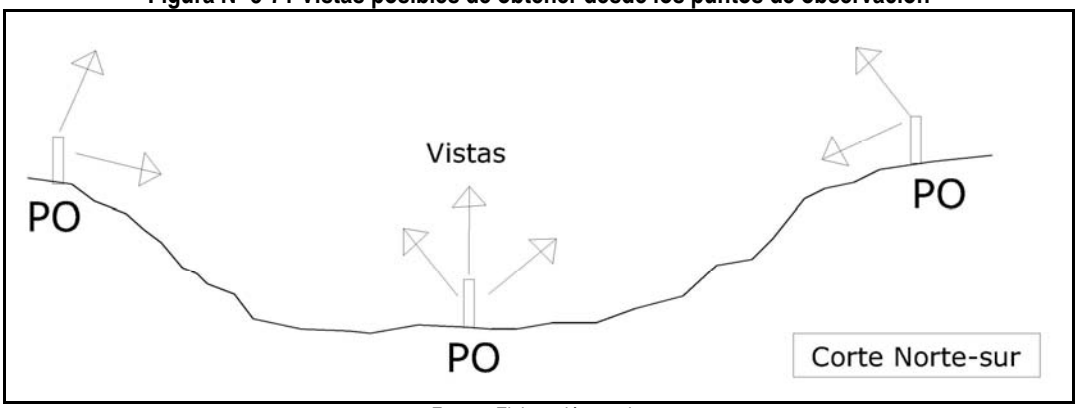
Fuente: Elaboración propia Imagen Google Earth.

5.5.13.4.3 Determinación y evaluación de las unidades de paisaje

A partir de los puntos de observación se definieron las unidades de paisaje presentes en el territorio. Esto dio como resultado la presencia de 4 unidades de paisaje que se asocian a las vistas panorámicas que presentan y las condiciones físicas y bióticas del lugar.

Es a partir de los puntos de observación, que se identifica una sola cuenca visual que domina el territorio, donde todas las vistas convergen al centro, donde se encuentra el estero Puchuldiza y los geiseres.

Figura Nº 5-71 Vistas posibles de obtener desde los puntos de observación



Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior muestra un corte esquemático que indica las vistas posibles de obtener desde los puntos de observación en cada unidad, ya sea en los sectores de cerros o al interior del estero Puchuldiza.

A partir de información secundaria y de terreno, se definen las unidades de paisaje presentes al interior del área de estudio, que se identificaron como zonas homogéneas. Estas son caracterizadas de acuerdo a condiciones similares de uso y la vegetación y fauna presentes. Las unidades son:

- Unidad de paisaje 1: Fondos de quebradas
- Unidad de paisaje 2: Coirón o pajonal
- Unidad de paisaje 3: Bofedales
- Unidad de paisaje 4: Géiser

5.5.13.4.4 Fichas de las unidades de paisaje

Tabla Nº 5-96 Unidades de Paisaje Fondos de Quebradas

UP	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
UP 1 Fondos de quebradas	Comprende 5 sitios al interior del área de estudio	Unidad de paisaje extensa y asociada a las quebradas existentes en el área de estudio. La vista que se tiene desde los puntos de observación cercanos a estas unidades, permiten observar de manera panorámica el paisaje, con vista a los cerros aledaños. El elemento principal que identifica la unidad, es la presencia de arbustos llamados Tola, posibles de encontrar en los fondos de quebrada, donde el suelo tiene la capacidad de retener mayor cantidad de agua. Estas unidades, se encuentran en los alrededores de los géiser, sin embargo son visibles sobre todo por el horizonte de carbonato de calcio. De manera general, el paisaje de esta unidad, presenta formas geomorfológicas diversas y una vegetación que actúa como alfombra superficial. Los colores oscilan entre el verde, amarillo y café, situación que se da en otras unidades. No es posible distinguir un elemento visual que destaque o llame la atención del observador. Los cuerpos de agua, al interior de la unidad son nulos, pero posibles de visualizar en la lejanía. La intervención humana, está dada por la construcción de viviendas de piedra, que actualmente están en desuso. Calidad: Alta Fragilidad: Alta

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-110 Vista hacia superficie de suelo de la Unidad – Vista hacia quebrada



Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-97 Unidad de Paisaje Coironal o pajonal

UP	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
UP 2 Coironal o pajonal	Comprende 2 sitios al interior del área de estudio	Unidad de paisaje que presenta la mayor extensión. Se concentra en sitios donde el agua escasea y se forman explanadas. Esta unidad se concentra en sitios periféricos a los géiser, en explanadas en altura de difícil acceso vehicular Se caracteriza por presentar vistas extensas y panorámicas en 360 grados, llegando a visualizar los cerros colindantes. La vegetación está conformada por arbustos de coirón, presentes con frecuencia en esta zona. El conjunto se visualiza como una alfombra vegetacional de color amarillo. En esta unidad no existen marcas o hitos visuales, que de forma individual cobren importancia. El paisaje de la unidad, es posible de encontrar en varios sectores de la región. No es posible encontrar cursos de agua al interior de la unidad. La intervención humana se presenta en la identificación de huellas de caminantes o camionetas que ingresan al lugar. Sin embargo la visitación es baja. Calidad: Alta Fragilidad: Alta

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-111 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (*Cumulopuntia boliviana subsp ingescens*)





Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-98 Unidad de Paisaje Bofedales

UP	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
UP 3 Bofedales	Comprende 2 sitios al interior del área de estudio	Unidad de paisaje, que dentro del área de estudio, se configura como un parche vegetacional particular y aislado. Presenta masas verdes de vegetación a ras de suelo. Esto por la existencia de escurrimientos superficiales de agua. Lo anterior permite, que en esta unidad, sea posible encontrar fauna asociada al lugar como son las llamas, vicuñas, suri y roedores. Lo que identifica a este lugar es la variabilidad de color, en contraste con los colores de otras unidades, la textura del suelo es de grano pequeño. Como parte de las marcas visuales de interés, se encuentran los animales, importante atractivo turístico y de alto valor biológico. Igualmente están los bodefales, turberas de alta montaña de alto valor ecológico, frágil por su dependencia de agua, sensible a cambios climáticos e intervención humana. La intervención humana no es evidente. Es necesario conservar y proteger esta unidad en caso de intervenciones al sector. Calidad: Alta Fragilidad: Alta

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-112 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (*Cumulopuntia boliviana subsp ingescens*)





Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-99 Unidad de Paisaje Géiseres

UP	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
UP 4 Géiser	Comprende 1 sitio al interior del área de estudio	Unidad de paisaje ubicada en el centro del área de estudio. Las vistas que presenta son panorámicas hacia los cerros, donde ve visualiza con claridad la geomorfología y vegetación propia del norte de Chile. Presenta al interior afluentes de aguas térmicas denominadas géiser. En el momento del terreno, sólo se encontraba visible un afluente de agua. Esto elementos puntuales que aportan belleza al paisaje se identifican como marcas visuales, no obstante sean artificiales Son los géisers el principal atractivo turístico del lugar para los visitantes extranjeros. Se sabe que en época de invierno el agua que emana de estos agujeros se congela formando grandes bloques de hielos. Elemento característico de éste lugar es el suelo de color blanco, dado por la presencia de carbonato de calcio emanado por los géiser. La intervención humana es posible de observar en las huellas de camionetas o caminantes y en la construcción de una piscina de piedras destinada para el baño. Calidad: Alta Fragilidad: Alta

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-113 Vista hacia el Géiser artificial



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-114 Vista general al suelo y piscina artificial



Fuente: Elaboración propia.

5.5.13.5 Resultados y Conclusiones

En la siguiente tabla se exponen en detalle la valoración por componentes de cada Unidad de Paisaje para la obtención de dichos resultados.

Tabla Nº 1: Valoración por componentes para cada UP

Nº	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.

Por otra parte las unidades de paisaje son claramente identificables y marcadas al interior del área de estudio y los puntos de observación permiten obtener una visibilidad de más de una unidad.

Existe también al interior de las unidades una baja marca de acciones antrópicas y de visitación por parte de operadores. De acuerdo al informe de turismo la visitación no es preponderante y los visitantes son extranjeros.

Las intervenciones al interior de las unidades son la piscina artificial y las construcciones, ambas con materiales de la zona y colores y formas que se integran al paisaje.

1

2

3

4

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

5 CAPÍTULO 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – LÍNEA DE BASE 5-10

5.1 PRESENTACIÓN 5-10

5.2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 5-11

5.3 MEDIO FÍSICO 5-12
5.3.1 Clima y Meteorología 5-12
5.3.2 Calidad del Aire 5-23
5.3.3 Ruido 5-23
5.3.4 Geomorfología y Geología 5-30
5.3.5 Volcanismo 5-47
5.3.6 Suelos 5-54
5.3.7 Hidrología 5-69
5.3.8 Hidrogeología 5-81
5.3.9 Hidroquímica 5-84
5.3.10 Peligros y riesgos geológicos 5-100

5.4 MEDIO BIÓTICO 5-110
5.4.1 Vegetación y Flora 5-110
5.4.2 Fauna Terrestre 5-120
5.4.3 Flora y Fauna Acuática, calidad de agua 5-129

5.5 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL 5-157
5.5.1 Introducción 5-157
5.5.2 Metodología 5-159
5.5.3 Población 5-161
5.5.4 Distribución de población 5-165
5.5.5 Viviendas en el área de estudios 5-172
5.5.6 Composición de población 5-174
5.5.7 Aspectos Socioeconómicos 5-191
5.5.8 Infraestructura y Equipamiento Básico 5-202
5.5.9 Uso de Suelo 5-233
5.5.10 Instrumentos de Planificación Territorial 5-236
5.5.11 Patrimonio Cultural 5-237
5.5.12 Análisis Turismo 5-239
5.5.13 Análisis Paisaje 5-266

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 5-1 Proyectos en la Comuna de Colchane que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental 5-10
Tabla Nº 5-2 Ubicación puntos de medición de ruido basal 5-24
Tabla Nº 5-3 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía 5-29
Tabla Nº 5-4 Niveles basales de ruido en dBA, ronda tarde 5-29
Tabla Nº 5-5 Niveles basales de ruido en dBA, ronda noche 5-30
Tabla Nº 5-6 Puntos de muestreo aguas superficiales 5-31
Tabla Nº 5-7 Estaciones de muestreo y descripción de perfiles de suelo 5-55
Tabla Nº 5-8 Características morfológicas del Pedón 5-59
Tabla Nº 5-9 Características morfológicas del Pedón 5-61
Tabla Nº 5-10 Características morfológicas del Pedón 5-64
Tabla Nº 5-11 Características morfológicas del Pedón 5-66
Tabla Nº 5-12 Estaciones Fluviométricas Seleccionadas 5-76
Tabla Nº 5-13 Estaciones Pluviométricas Seleccionadas 5-76
Tabla Nº 5-14 Características y Parámetros Morfológicos de Cuencas y Subcuencas 5-77
Tabla Nº 5-15 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación 5-78
Tabla Nº 5-16 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación 5-78
Tabla Nº 5-17 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración 5-80
Tabla Nº 5-18 Caudales Mínimos Estero Puchuldiza en Zona Exploración Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa 5-80
Tabla Nº 5-19 Resumen de resultados-Caudales Máx. y Mín. (T=10 años), Estero Puchuldiza 5-81
Tabla Nº 5-20 Datos físico químicos disponibles en informe JICA 5-87
Tabla Nº 5-21 Resultados analíticos (parciales) de monitoreo SERNAGEOMIN 5-89
Tabla Nº 5-22 Clasificación Muestras SERNAGEOMIN 5-92
Tabla Nº 5-23 Resultados Analíticos Monitoreo Diciembre 2009 Enero 2010 5-96
Tabla Nº 5-24 Principales características de las aguas monitoreadas 5-98
Tabla Nº 5-25 Grandes sismos ocurridos entre 1831 al 2007 entre los 19º y 24º lat. Sur 5-108
Tabla Nº 5-26 Intensidades sismo Junio 2005 5-108
Tabla Nº 5-27 Tipos Biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT 5-112
Tabla Nº 5-28 Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT 5-113
Tabla Nº 5-29 Unidades vegetacionales en el área de estudio 5-115
Tabla Nº 5-30 Tipología de vegetación Zonal en el AIP, según COT 5-116
Tabla Nº 5-31 Tipología de vegetación Azonal en el AIP, según COT 5-116
Tabla Nº 5-32 Catálogo de la Flora vascular identificada en el AIP 5-118
Tabla Nº 5-33 Resumen taxonómico de la Flora Vascular en el AIP 5-119
Tabla Nº 5-34 Abundancia de especies en el AIP y por tipo de ambiente 5-125
Tabla Nº 5-35 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área de influencia del proyecto 5-127
Tabla Nº 5-36 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área 5-129
Tabla Nº 5-37 Estaciones de muestreo de calidad de agua y biota acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre 2009 5-131
Tabla Nº 5-38 Ubicación de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre de 2009 5-131
Tabla Nº 5-39 Parámetros de estudio de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. 5-134

Tabla Nº 5-40 Composición y densidad (ind/m2) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.....5-147
Tabla Nº 5-41 Composición y densidad (cel/mm2) de microalgas bentónicas (fitobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-150
Tabla Nº 5-42 Composición y densidad (cel/l) de fitoplancton. Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009. 5-151
Tabla Nº 5-43 Composición y densidad (ind/l) de fauna de organismos planctónicos (zooplancton). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.....5-153
Tabla Nº 5-44 Plantas acuáticas (macrófitas). Estero Puchuldiza. Estudio de limnología. Diciembre de 2009. 5-154
Tabla Nº 5-45 Estructura Metodológica Levantamiento de Información.....5-159
Tabla Nº 5-46Listado Entrevistados 5-159
Tabla Nº 5-47 Comunas y Distritos censales en estudio.....5-162
Tabla Nº 5-48 Población Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá.....5-162
Tabla Nº 5-49 Dinámica de Población Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.....5-166
Tabla Nº 5-50 Número de Entidades Según Rangos De Población Por Distritos Censales 2002. 5-169
Tabla Nº 5-51 Número de Entidades Según Rangos De Población Por tipo de Asentamiento.....5-170
Tabla Nº 5-52 Distribución de Viviendas Según Distrito y Censo.....5-172
Tabla Nº 5-53 Viviendas Según Condición Ocupacional, Área De Estudio Censo 2002. 5-173
Tabla Nº 5-54 Pertenencia Étnica de la Población, Según Distrito. 5-174
Tabla Nº 5-55 Estructura de Edades Según el Índice de Masculinidad 2002, del Área de Estudio 5-175
Tabla Nº 5-56 Índice de Masculinidad (IM) Por Edades en el Área de Estudios, años 2002 - 1992. 5-176
Tabla Nº 5-57 Composición Grupos de Edad Año 2002 5-177
Tabla Nº 5-58 Composición Grupos de Edad Año 1992 5-178
Tabla Nº 5-59 Población Por Distritos 2002, Según Composición % de Grupos de Edad.....5-180
Tabla Nº 5-60 Componente de Inmigrantes Según Lugar de Origen.....5-180
Tabla Nº 5-61 Localidades Con 50 y Más Habitantes Según Analfabetismo de la Población con 15 y más Años. 5-183
Tabla Nº 5-62 Localidades Con 50 y más Habitantes, Tasas Especificas de Analfabetismo Según Grupo de Edad...5-184
Tabla Nº 5-63 Situación Base Censos 1992- 2002, Región de Tarapacá.....5-187
Tabla Nº 5-64 Situación Base Censos 1992- 2002, Área de Estudio Según Comunas y Distritos Censales.....5-187
Tabla Nº 5-65 Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año). 5-188
Tabla Nº 5-66 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Región de Tarapacá y Provincias 1990 – 2020. 5-189
Tabla Nº 5-67 Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020 (al 31 de junio de cada año). 5-189
Tabla Nº 5-68 Tasa Media Anual De Crecimiento Proyecciones de Población Comunas Provincia Del Tamarugal Años 1990 – 2020. 5-189
Tabla Nº 5-69 Actividades Económicas Comuna de Colchane.....5-191
Tabla Nº 5-70 Código de Ocupación Comuna de Colchane 5-192
Tabla Nº 5-71 Patentes Comerciales Comuna Colchane.....5-196
Tabla Nº 5-72 Índice de Desarrollo Humano, Comuna Colchane 5-198
Tabla Nº 5-73 Niveles de Pobreza, Comuna Colchane.....5-199
Tabla Nº 5-74 Tipo de Vivienda Comuna Colchane 5-202
Tabla Nº 5-75 Propiedad de las Viviendas Comuna Colchane 5-205
Tabla Nº 5-76 Condición de ocupación de las viviendas Comuna Colchane 5-205
Tabla Nº 5-77 Origen del Agua Comuna Colchane.....5-207
Tabla Nº 5-78 Disponibilidad de Servicio Higiénico Comuna Colchane.....5-208
Tabla Nº 5-79 Origen del Alumbrado Eléctrico Comuna Colchane 5-211

Tabla Nº 5-80 Escuelas Básicas Comuna Colchane 5-213
Tabla Nº 5-81 Jardines Infantiles Comuna Colchane 5-214
Tabla Nº 5-82 Servicios Gubernamentales Comuna Colchane 5-216
Tabla Nº 5-83 Infraestructura, Servicios y Equipamiento en el Área de Proyecto 5-217
Tabla Nº 5-84 Usos tradicionales medicinas 5-223
Tabla Nº 5-85 Iglesias consideradas Monumentos Nacionales 5-226
Tabla Nº 5-86 Listado Organizaciones Sociales Comuna Colchane 5-231
Tabla Nº 5-87 Uso de Suelo en el área de estudio 5-234
Tabla Nº 5-88 División Político Administrativa de la Región 5-241
Tabla Nº 5-89 Monumentos en Comuna de Colchane 5-251
Tabla Nº 5-90 Atractivos Turísticos insertos en el AID 5-253
Tabla Nº 5-91 Atractivos Turísticos insertos en el AID 5-255
Tabla Nº 5-92 Establecimientos de alojamiento existentes en el AID 5-257
Tabla Nº 5-93 Establecimientos de alimentación existentes en el AID 5-258
Tabla Nº 5-94 Servicio de cicloturismo existentes en el AID 5-258
Tabla Nº 5-95 Operadores Turísticos existentes en el AID 5-259
Tabla Nº 5-96 Unidades de Paisaje Fondos de Quebradas 5-271
Tabla Nº 5-97 Unidad de Paisaje Coironal o pajonal 5-272
Tabla Nº 5-98 Unidad de Paisaje Bofedales 5-273
Tabla Nº 5-99 Unidad de Paisaje Géiseres 5-274

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 5-1 Localización del Área de Concesión “Puchuldiza Sur” 5-11
Figura Nº 5-2 Climograma Estación Murmuntane 5-13
Figura Nº 5-3 Ciclos diarios de presión atmosférica a nivel de superficie en la localidad chilena de Colpitas 5-15
Figura Nº 5-4 Radiación infraroja emergente: a) Junio-Julio-Agosto, b) Diciembre-Enero-Febrero. 5-16
Figura Nº 5-5 Ciclos anuales de Tº extremas diarias (Máx. y mín.) y amplitud del ciclo diario de Tº del aire 5-17
Figura Nº 5-6 Localización de estaciones pluviométricas (o) y aerológicas (●). 5-19
Figura Nº 5-7 Precipitación diaria en la estación de Visviri, Putre, Guallatire, Chilacaya. 5-20
Figura Nº 5-8 Total de precipitación media anual promediada para diciembre a marzo entre los años 1979 a 1993 ... 5-21
Figura Nº 5-9 Estaciones de muestreo Ruido Basal 5-24
Figura Nº 5-10 Principales rasgos fisiográficos de Campo Geotérmico Puchuldiza 5-32
Figura Nº 5-11 Principales rasgos fisiográficos en la cuenca del río Puchuldiza 5-33
Figura Nº 5-12 Principales estructuras reconocidas asociadas al área geotermal de Puchuldiza. 5-47
Figura Nº 5-13 Diagrama géiser de cono 5-49
Figura Nº 5-14 Corte de géiser de fuente 5-50
Figura Nº 5-15 Mapa de la Zona Volcánica Central, con ubicación de centros volcánicos mejor conocidos 5-52
Figura Nº 5-16 Cauce Quebrada de Aroma y su afluente Estero Puchuldiza 5-70
Figura Nº 5-17 Ubicación Cauces Quebrada de Aromo y su Afluente Estero Puchuldiza 5-71
Figura Nº 5-18 Delimitación Cuenca Aportante-Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá . 5-72
Figura Nº 5-19 Cauces Principales y Delimitación de Subcuencas Aportantes (Base Cartografía IGM 1:50.000) ... 5-73
Figura Nº 5-20 Ubicación Estaciones 5-74
Figura Nº 5-21 Detalle Ubicación de Quebrada de Aroma y Estero Puchuldiza 5-75
Figura Nº 5-22 de Cuencas y Variación Espacial de Precipitaciones Máximas 5-79
Figura Nº 5-23 Diagrama de Piper aguas termales de Tuja, Puchuldiza y Pozos de exploración 5-88
Figura Nº 5-24 Toponimia y Ubicación muestras SERNAGEOMIN 5-90

Figura Nº 5-25 Diagrama de Piper según tipo de las aguas....5-93
Figura Nº 5-26 Diagramas de Piper según temperatura y conductividad....5-94
Figura Nº 5-27 Ubicación y Clasificación de aguas superficiales monitoreadas....5-97
Figura Nº 5-28 Diagrama de Piper, muestra especialistas del EIA....5-99
Figura Nº 5-29 Ejemplo de distribución de focos sísmicos en la latitud del proyecto....5-107
Figura Nº 5-30 Ubicación del área de Influencia de la componente Flora y Vegetación....5-111
Figura Nº 5-31 Cartografía de Ocupación Territorial....5-117
Figura Nº 5-32 Número de especies de fauna en los distintos ambientes del área de proyecto (Diciembre 2009) 5-126
Figura Nº 5-33 Abundancia de fauna por ambiente (Diciembre 2009)....5-127
Figura Nº 5-34 Vertebrados en categorías de conservación, en los distintos ambientes del AIP....5-128
Figura Nº 5-35 Ubicación de las estaciones de muestreo (E1-E6)y de vertientes secas prospectadas (Va-VE). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Estero Puchuldiza. Dic. 2009....5-132
Figura Nº 5-36 Distritos Censales de la I Región....5-164
Figura Nº 5-37 Área de Estudio: Comunas y Distritos Censales....5-165
Figura Nº 5-38 Área de Estudio: Población Censo 2002 según distritos....5-166
Figura Nº 5-39 Tipo de Asentamiento en Área de Estudio....5-168
Figura Nº 5-40 % de Población por Tipo de Asentamiento....5-168
Figura Nº 5-41 Distribución de Entidades Según Tipo por Distrito....5-169
Figura Nº 5-42 Entidades Según Población y Distritos....5-171
Figura Nº 5-43 Localidades con más de 50 Habitantes....5-172
Figura Nº 5-44 Composición % de la Condición Ocupacional de las Viviendas....5-173
Figura Nº 5-45 Composición de Población Según Pertenencia Étnica....5-174
Figura Nº 5-46 Composición por Sexo, Población Localidades de 50 y Más Residentes....5-177
Figura Nº 5-47 Estructura de Población año 2002, Área de Estudio....5-178
Figura Nº 5-48 Estructura de Población Año 1992, Área de Estudio....5-179
Figura Nº 5-49 Inmigrantes Área de Estudios, Según Región de Origen....5-181
Figura Nº 5-50 Inmigrantes Área de Estudios, Según País de Origen....5-181
Figura Nº 5-51 Analfabetismo en Hombres y Mujeres de 15 y Más Años en Localidades de 50 y Más Habitantes5-184
Figura Nº 5-52 Último Nivel de Enseñanza Aprobado, Residentes Área de Estudios....5-185
Figura Nº 5-53 Último Nivel de Instrucción Aprobado Según Sexo, Residentes Área de Estudios....5-186
Figura Nº 5-54 Comuna de Colchane, Estructura Esperada de Población Año 2020....5-190
Figura Nº 5-55 Comuna De Colchane, Indicadores Demográficos 2000 - 2020....5-190
Figura Nº 5-56 Ubicación del área de influencia del componente Turismo....5-240
Figura Nº 5-57 . Zonificación de actividades....5-244
Figura Nº 5-58 Zonificación de rutas y circuito.....5-245
Figura Nº 5-59 Sendero de Chile en Colchane....5-247
Figura Nº 5-60 Circuito de la Ruta Patrimonial: “Desierto, Valle y Altiplano”....5-249
Figura Nº 5-61 Atractivos Turísticos del AID....5-253
Figura Nº 5-62 Plantas Turísticas en el AID....5-257
Figura Nº 5-63 Procedencia de los turistas que acceden el AID....5-260
Figura Nº 5-64 Procedencia de los turistas nacionales....5-260
Figura Nº 5-65 Procedencia de los turistas extranjeros....5-261
Figura Nº 5-66 Procedencia de los turistas extranjeros por país....5-261
Figura Nº 5-67 Mercados objetivos a atraer por los operadores....5-262
Figura Nº 5-68 Esquema del Sistema Turístico....5-265
Figura Nº 5-69 Área de Influencia del componente Paisaje....5-268
Figura Nº 5-70 Puntos de observación....5-269
Figura Nº 5-71 Vistas posibles de obtener desde los puntos de observación....5-269

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto Nº 5-1 Punto A. Sector de Lupe 5-25
Foto Nº 5-2 Punto B. Terma Natural y Piscina de baño 5-26
Foto Nº 5-3 Punto C. Geiser Artificial Puchuldiza 5-27
Foto Nº 5-4 Punto D. Localidad Puchuldiza 5-28
Foto Nº 5-5 Afloramiento de la Formación Churicollo, con capas manteando al este (vista al Sur) 5-34
Foto Nº 5-6 Tobas de la Formación Utayane 5-35
Foto Nº 5-7 Tobas de la Formación Utayane- Afloramientos de la Formación Churicollo 5-35
Foto Nº 5-8 Afloramiento de la Formación Puchuldiza 5-36
Foto Nº 5-9 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe 5-37
Foto Nº 5-10 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe 5-38
Foto Nº 5-11 Rocas volcánicas de la parte superior de la Formación Lupe 5-38
Foto Nº 5-12 Colada de lavas de los depósitos volcánicos plio-pleistocenos 5-39
Foto Nº 5-13 Depósitos de morrenas superior del estero Puchuldiza 5-39
Foto Nº 5-14 Corte en el camino, depósitos de morrenas en la parte superior del estero Puchuldiza 5-40
Foto Nº 5-15 Depósitos de morrenas en la vertiente occidental de la quebrada Chiguanani 5-40
Foto Nº 5-16 Depósitos fluvioglaciares en la parte superior del estero Puchuldiza 5-41
Foto Nº 5-17 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales 5-42
Foto Nº 5-18 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales 5-42
Foto Nº 5-19 Zona de alteración hidrotermal en la ribera norte del estero Puchuldiza, afectando a rocas de la Formación Puchuldiza (mirando al Sur) 5-43
Foto Nº 5-20 Afloramiento de pebble-dike en zona de alteración hidrotermal 5-43
Foto Nº 5-21 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al sur) 5-44
Foto Nº 5-22 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al oeste) 5-44
Foto Nº 5-23 Capas subhorizontales del sínter 5-45
Foto Nº 5-24 Detalle de material silíceo coloidal en los depósitos de sínter 5-45
Foto Nº 5-25 Géiser de cono extinto en Puchuldiza 5-50
Foto Nº 5-26 Géiser de fuente en Puchuldiza 5-51
Foto Nº 5-27 Ribera Sur Estero Puchuldiza 5-56
Foto Nº 5-28 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Detalle de horizontes supriores) 5-58
Foto Nº 5-29 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Vista general calicata) 5-58
Foto Nº 5-30 Calicata Previamente Construida en Zona de Depósito de Sínter 5-60
Foto Nº 5-31 Exterior Límite Noroeste, fondo de quebrada 5-62
Foto Nº 5-32 Exterior Límite Noreste, vistas del fondo de quebrada, detalle de Tolar 5-62
Foto Nº 5-33 Exterior Límite Noreste, detalle perfil de suelo 5-63
Foto Nº 5-34 Límite Norte Zona en Estudio, vista excavación calicata – detalle perfil de suelos calicata 5-63
Foto Nº 5-35 Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata 5-64
Foto Nº 5-36 Área central ladera Cerro Puchuldiza, vista excavación y detalle calicata 5-65
Foto Nº 5-37 Área Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata 5-66
Foto Nº 5-38 Vista General de áreas de bofedales 5-68
Foto Nº 5-39 Vista General de áreas de bofedales 5-68
Foto Nº 5-40 Flujo aluvional en Quebrada Andacollo 5-101
Foto Nº 5-41 Desarrollo de bofedal en el sector medio-distal de cono aluvional inactivo con pendiente hacia Estero Puchuldiza 5-102
Foto Nº 5-42 Sector NE del área. Depósito aluvional de la Quebrada Andacollo frente a Rinconada Lupe 5-102
Foto Nº 5-43 Vista hacia cumbre Cerro Condonini 5-103
Foto Nº 5-44 Sector NE del área 5-103

Foto Nº 5-45Sector de confluencia de la Quebrada Puchuldiza con las Quebradas Lupe y Andacollo 5-104
Foto Nº 5-46 Vista hacia cumbre de ladera (foto anterior) 5-104
Foto Nº 5-47 Ladera sur Cº Puchuldiza 5-105
Foto Nº 5-48 Vista hacia sinter Puchuldiza desde ladera SE del Cº Puchuldiza 5-105
Foto Nº 5-49 Reptación de suelos en delgada cubierta de detritos en laderas 5-106
Foto Nº 5-50 Sectores desprovistos de vegetación asociados a reptación de laderas y/o flujo de detritos 5-106
Foto Nº 5-51 Medición de pH - Medición de conductividad específica 5-137
Foto Nº 5-52 Vista de un tramo promedio 5-137
Foto Nº 5-53 Toma de muestra de fauna bentónica con red Surber 5-138
Foto Nº 5-54 Vista panorámica de la estación E1, vertiente afluente al estero Puchuldiza 5-139
Foto Nº 5-55 Detalle del sustrato 5-139
Foto Nº 5-56 Estación de muestreo E2 en el Estero Puchuldiza (cercano al sector de Geiser) 5-140
Foto Nº 5-57 Vistas de la vertiente afluente al estero Puchuldiza 5-141
Foto Nº 5-58 Detalle del sector de ribera del tramo de estudio 5-141
Foto Nº 5-59 Vistas Estación de muestreo E4 5-142
Foto Nº 5-60 Detalle sector ribera de la estación E4 – Presencia de macrófitas en la ribera del estudio 5-142
Foto Nº 5-61 Vista Estación de muestreo E5 5-143
Foto Nº 5-62 Detalle ribera tramo de estudio 5-143
Foto Nº 5-63 Vista Estación de Muestreo E6 5-144
Foto Nº 5-64 Sector Ribera Estación – Detalle de sustrato 5-144
Foto Nº 5-65 Izq.: Jiquiasta, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres. Der.: Quebrada Condoriri, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres 5-145
Foto Nº 5-66 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado en el sector de Géiseres 5-145
Foto Nº 5-67 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres 5-145
Foto Nº 5-68 Fauna de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio 5-148
Foto Nº 5-69 Plantas acuáticas (macrófitas) detectadas en el área de estudio 5-154
Foto Nº 5-70 Plantación de quinoa localidad de Enquelga 5-194
Foto Nº 5-71 Ganado en bofedal comuna Colchane 5-195
Foto Nº 5-72 Localidad de Ancuaque: el Área de Influencia representa un territorio de variado interés más allá de lo local 5-196
Foto Nº 5-73 “Charqueras”; puesto de comercio informal en las afueras de Colchane 5-197
Foto Nº 5-74 Feria Quincenal en Pisiga Bolivar, Bolivia 5-198
Foto Nº 5-75 Secado de adobe en la localidad de Cotasaya 5-203
Foto Nº 5-76 Techumbres de las viviendas 5-204
Foto Nº 5-77 Viviendas localidad de Cotasaya Comuna Colchane 5-204
Foto Nº 5-78 Oficina Comité de Agua Potable Rural de Colchane 5-206
Foto Nº 5-79 Fuente de acumulación de agua en la plaza pública, Pisiga Centro 5-207
Foto Nº 5-80 Generador abastecedor de electricidad en la comuna de Colchane 5-208
Foto Nº 5-81 Instalación de faenas en Central Citani, comuna de Colchane 5-209
Foto Nº 5-82 En la localidad de Pisiga Centro, uso de paneles solares, cuya provision de energía se distribuye desde la plaza 5-210
Foto Nº 5-83 Paneles solares en la localidad de Ancuyo, comuna de Colchane 5-211
Foto Nº 5-84 Sistema de almacenamiento de la basura, Pisiga Carpa comuna de Colchane 5-212
Foto Nº 5-85 Señaléticas seguridad escolar localidad de Mauque, comuna de Colchane 5-214
Foto Nº 5-86 Alumnos de la Escuela de Enquelga 5-215
Foto Nº 5-87 Infraestructura localidad de Cariquima, comuna de Colchane 5-218
Foto Nº 5-88 Escuela Básica Mauque 5-218
Foto Nº 5-89 Posta Rural localidad Colchane 5-219
Foto Nº 5-90 Pista aterrizaje localidad de Cariquima 5-219

Foto Nº 5-91 Iglesia Católica localidad de Enquelga....5-220
Foto Nº 5-92 Herbolaria medicinal tradicional....5-223
Foto Nº 5-93 Ceremonia Carnaval de Isluga....5-224
Foto Nº 5-94 Carpa alférez, Carnaval de Isluga....5-225
Foto Nº 5-95 Encuentro Comunidad Evangélica en Enquelga, comuna de Colchane....5-225
Foto Nº 5-96 Ruta A55 animita de data reciente; respeta ofrendas de bebida....5-226
Foto Nº 5-97 Ruta A55 una antigua animita sin indicación (reproduce arquitectura y materiales tradicionales de la zona....5-227
Foto Nº 5-98 Estructuras tradicionales típicas, Cariquima comuna de Colchane....5-227
Foto Nº 5-99 Vista desde la entrada del Cementerio de Cariquima comuna de Colchane....5-228
Foto Nº 5-100 Integración social en Alto Hospicio....5-230
Foto Nº 5-101 Zona de pastoreo (verde pálido) y terreno natural; llamas en Zona de pastoreo (bofedal)....5-235
Foto Nº 5-102 Sínter (manifestación hidrotermal); delimitación de manifestación hidrotermal....5-235
Foto Nº 5-103 Burros y suris (avestruz altiplánica) en zona de pastoreo....5-235
Foto Nº 5-104Entidad de Lupe, junto al Estero Puchuldiza....5-236
Foto Nº 5-105 Entidad de Puchuldiza, junto a ruta acceso desde Mauque....5-236
Foto Nº 5-106 Señalética Sendero de Chile....5-248
Foto Nº 5-107 Señalética circuito de la Ruta Patrimonial: “Desierto, Valle y Altiplano”....5-250
Foto Nº 5-108 Iglesia y el Poblado de Isluga....5-251
Foto Nº 5-109 Señalética existente en el acceso Sur al Parque....5-252
Foto Nº 5-110 Vista hacia superficie de suelo de la Unidad – Vista hacia quebrada....5-271
Foto Nº 5-111 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (*Cumulopuntia boliviana subsp ingescens*)....5-272
Foto Nº 5-112 Vista hacia la unidad de paisaje – Vista de cactus (*Cumulopuntia boliviana subsp ingescens*)....5-273
Foto Nº 5-113 Vista hacia el Géiser artificial....5-274
Foto Nº 5-114 Vista general al suelo y piscina artificial....5-275

ANEXOS

Número	Medio	Número	Componente	Clase	Anexo	Paginas
5.3	Medio Físico	5.3.4	Geología - Hidroquímica	Datos Hidroquímicos	A	88, 91, 98
				Descripción Fuentes Termales	B	53
				Informe de Laboratorio	C	
		5.3.7	Hidrología	Hidrología	A	69, 77, 78
5.4	Medio Biótico	5.4.2	Fauna Terrestre	Fauna Terrestre	A	124
		5.4.3	Limnología	Calidad de Agua	A	130, 132, 146
				Permiso de Pesca	B	135, 122
				Resultados DICTUC	C	
5.5	Medio Socieconómico y Cultural	5.5.3	Población	Pautas Terreno	A	161
		5.5.11	Patrimonio Cultural	Arqueología	A	238
		5.5.12	Turismo	Ficha Turismo	A	254

5 CAPÍTULO 5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – LÍNEA DE BASE

5.1 PRESENTACIÓN

Dando cumplimiento a lo indicado en Artículo 12 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del medio Ambiente y sus modificaciones según la Ley N° 20.417 que crea El Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, en el presente capítulo se caracterizarán de los componentes del medio ambiente que dicen relación con el proyecto, así como con el área de concesión de Puchuldiza en lo que corresponda. De tal forma los estudios específicos consideran los atributos más relevantes del área de influencia en su situación pre-proyecto.

En lo que corresponde se han tenido en consideración los estudios y declaraciones de impacto ambiental que han sido sometidos al SEIA, que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental y que competen a la comuna de Colchane, indicados en la tabla siguiente:

Tabla Nº 5-1 Proyectos en la Comuna de Colchane que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental

N°	Nombre	Forma de Ingreso	Región	Titular	Monto de Inversión (MM US$)	Fecha de Presentación	Estado
1	Reposición Ruta 15-CH, Sector: Río Isluga, I Región	(**e-seia**) DIA	Primera	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	28,227	09/04/2008	Aprobado
2	Reposición Ruta A-557, Sector Quetraine - Cariquima - Escapiña, I Región de Tarapacá	(**e-seia**) DIA	Primera	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	6,615	30/07/2008	Aprobado
3	Proyecto Control Complejo Fronterizo de Colchane	(**e-seia**) DIA	Primera	Gobernación Provincial Iquique	1,870	27/01/2005	Aprobado
4	Actualizacion Plan Regional de Desarrollo Urbano	(**e-seia**) DIA	Primera	Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo	0,223	01/09/2004	Aprobado
18	Construcción de Bocatoma con Estanque Acumulador y Entubación de 5km. para Fomento de la Agricultura en Escapiña	DIA	Primera	Comunidad Indígena Aymara de Escapiña	0,000	10/11/2000	Aprobado
19	Construcción de Sistema de Agua de Regadío Jalsuri - Central Citani	DIA	Primera	Ilustre Municipalidad de Colchane	0,155	12/12/2002	Rechazado
20	PLANTA TURISTICA COMUNIDAD INDIGENA AYMARA DE ENQUELGA	(**e-seia**) DIA	Primera	Comunidad Indígena Aymara de Enquelga	0,043	04/03/2004	Aprobado
21	PROYECTO QUITALUMA	(**e-seia**) DIA	Primera	CIA. MINERA BARRICK CHILE LTDA.	0,000	13/05/2004	Rechazado

Fuente: www.seia.cl

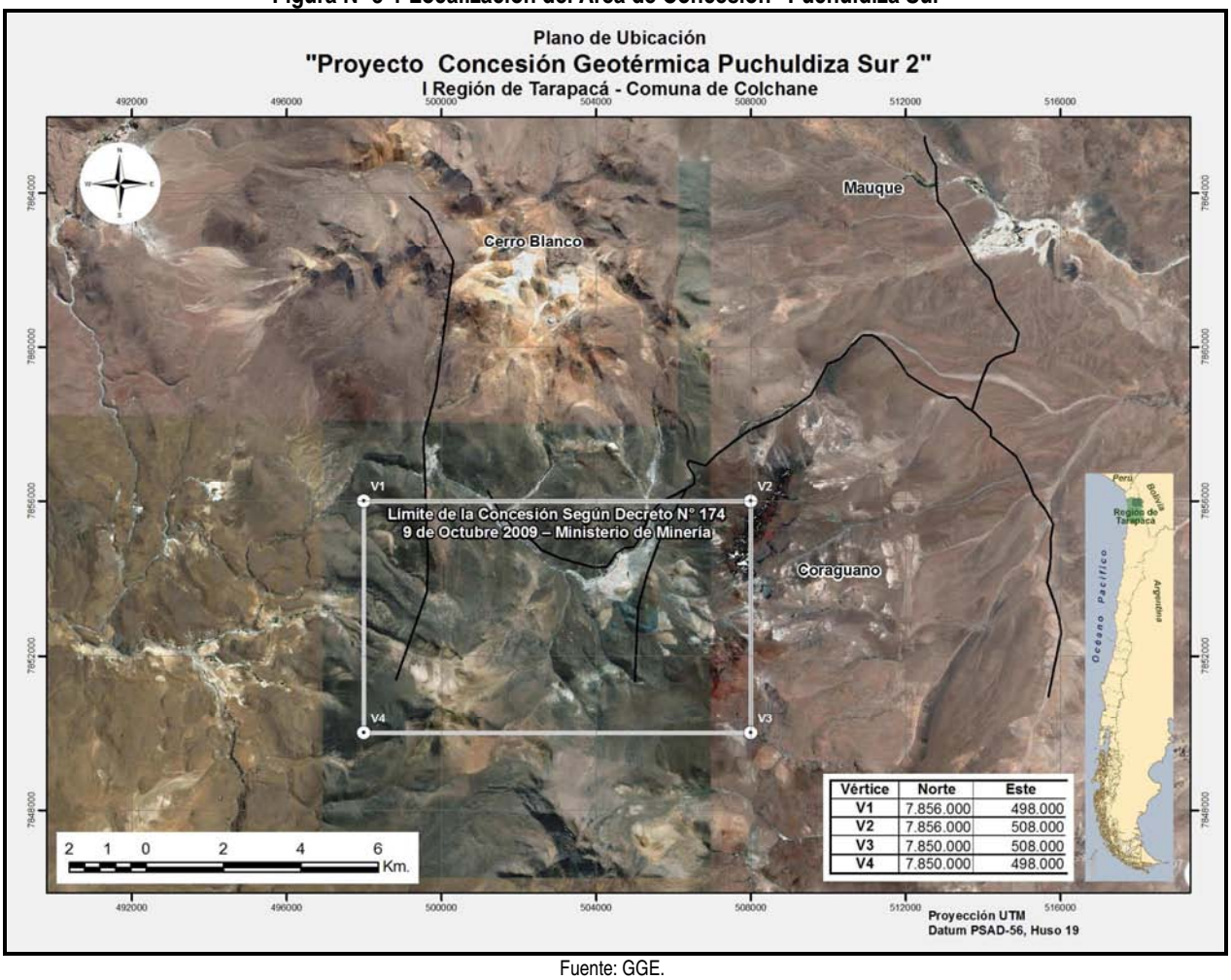
5.2 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

La caracterización del área de influencia o línea de base está definida para cada uno de los elementos estudiados del medio Físico; Biótico; Socioeconómico y Cultural.

Se describe el estado actual de los componentes del medio en que se desarrollan las obras y actividades del proyecto de exploración geotérmica "Puchuldiza Sur", definiéndose el área de estudio fundamentalmente a partir de los límites de la concesión indicados en la figura siguiente y establecidos en el Decreto 174 del 9 de octubre de 2009 del Ministerio de Minería, publicada el martes 2 de marzo del 2010.

Esta área se considera el área de influencia directa de las obras y actividades del proyecto, definiéndose por cada una de las especialidades que componen la Línea de Base las áreas específicas que pueden ser mayores o más restringidas respecto del ámbito de esta concesión.

Figura Nº 5-1 Localización del Área de Concesión "Puchuldiza Sur"



Fuente: GGE.

5.3 MEDIO FÍSICO

5.3.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA

5.3.1.1 Introducción

Uno de los primeros antecedentes con los que se cuenta para la caracterización del clima en el área de estudio lo proporciona Fuenzalida en 1971, cuando hizo una síntesis bastante completa de la Climatología de Chile.

El régimen anticiclónico en Chile se caracteriza por su presencia cuasi permanente a lo largo del país, ejerciendo mayormente su influencia en la época estival. Sin embargo, este tipo de circulación atmosférica presenta una importante excepción en la región norte de Chile, específicamente en el Altiplano Chileno. Esto quiere decir, como comentario inicial, que la circulación atmosférica en esta región del norte de Chile está desvinculada del sistema que rige para el resto del país. Por ende, sólo para la época estival en la Alta Cordillera de los Andes aparecen núcleos con precipitación importante. De este periodo, el mes de febrero resulta ser el más intenso.

Además de las precipitaciones, existen también otros elementos y factores del clima que singularizan esta región. De los primeros, están la temperatura, presión atmosférica, los vientos, la humedad relativa, la insolación, la vegetación; de los segundos, están la orientación del relieve, la latitud, altitud y la orografía que finalmente consolidan el paisaje alto andino del área de estudio.

5.3.1.2 Clasificación Climática

De acuerdo con Fuenzalida, el tipo de clima que identifica para la zona en cuestión está representado por dos tipos a saber:

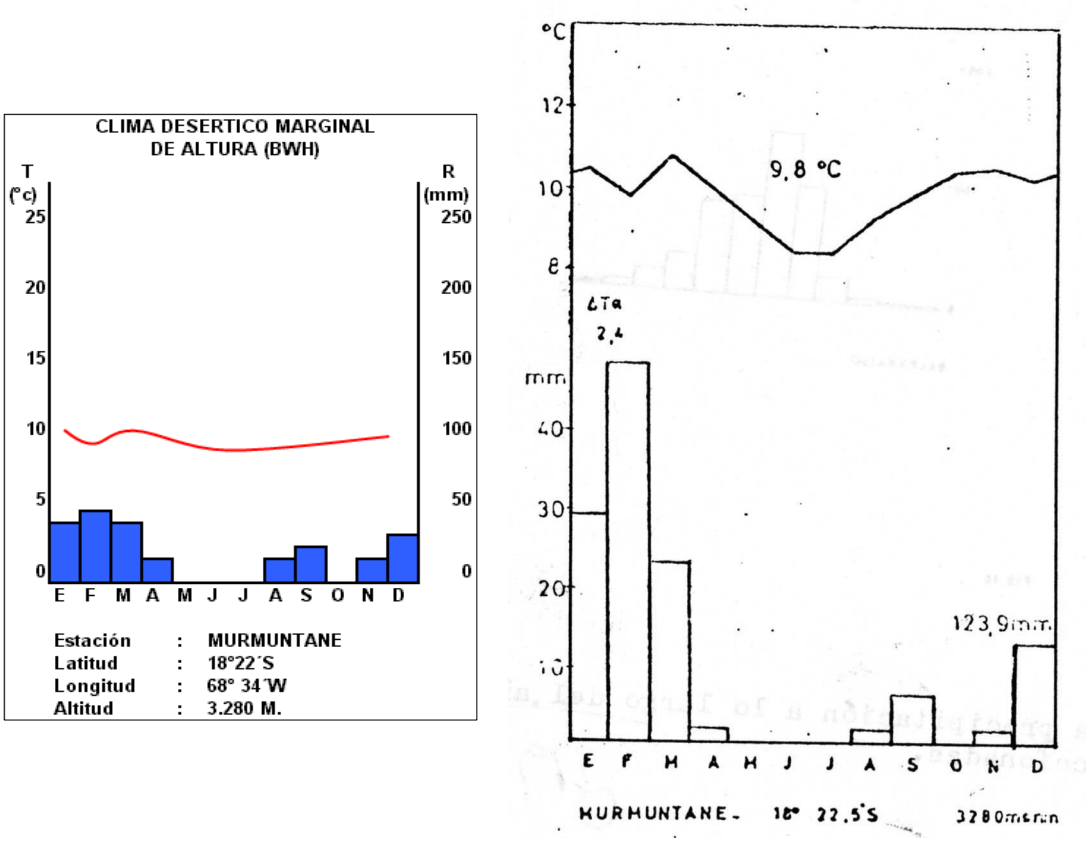
A. Clima de desierto marginal de altura (BWH)

Al avanzar de W a E, el nivel del terreno aumenta al aproximarnos a la Cordillera de los Andes, con lo cual se traspone la parte de la atmósfera más estable y seca del aire anticiclónico. Paralelamente el dominio de la alta presión va siendo reemplazado por una transición al dominio de la baja continental. De este modo al superarse los 3000 m las condiciones de extraordinaria estabilidad atmosférica se han atenuado a tal punto que permite una actividad convectiva que en los meses de verano y a las horas siguientes al mediodía provoca el desarrollo de grandes masas de nubes que eventualmente precipitan. Esta precipitación convectiva se manifiesta claramente hasta la latitud 24° S, sector más próximo a la baja continental.

Las temperaturas de estos climas son relativamente bajas debido a la altitud. En el régimen estival la nubosidad presenta un marcado ciclo diario cumuliforme que en general no cubre el cielo.

La estación de Murmuntane puede representar a este clima. En las siguientes figuras se ilustra mediante dos climogramas:

Figura Nº 5-2 Climograma Estación Murmuntane
Período 1970 – 1980 y 1960 – 1970 (respectivamente)



Fuente: Errázuriz, 1983 y Fuenzalida, 1971.

B. Clima de estepa de altura (ETH)

Al seguir remontando la Cordillera de los Andes, las precipitaciones convectivas aumentan, pero simultáneamente las temperaturas descienden. Normalmente un suavizamiento de las condiciones desérticas debe originar un ambiente estepario, sin embargo, en el presente caso el descenso de la temperatura hace que al desierto suceda una tundra de altura según los limites de clasificación de Koeppen.

5.3.1.3 Elementos del clima presentes en el altiplano chileno

De acuerdo a varios autores, los elementos del clima dominantes en el Altiplano serían los siguientes:

- **Presión Atmosférica**: a 4000 msnm es aproximadamente un 40% inferior al valor observado a nivel del mar, por lo tanto, la densidad del aire es también un 35% inferior. Los valores de presión normales fluctúan entre los 600 y 630 hPa.

- **Temperatura**: Los ciclos anuales de temperatura extremas diarias y de la diferencia entre ambos reflejan la importancia del forzamiento radiativo del clima altiplánico. (Aceituno, 1993). La temperatura mínima diaria presenta un ciclo anual de mayor amplitud condicionado por la pérdida radiativa nocturna desde la superficie. Los valores varían entre 15ºC en el día y -15ºC en la noche aproximadamente.

- **Precipitación**: La distribución espacial de la precipitación no es homogénea. El gradiente de precipitación decrece de N a S y se relaciona con el esquema de anomalías de circulación zonal promedio en la troposfera superior de origen local o remoto durante el verano. Localmente, la ocurrencia de precipitación en el altiplano tiene un marcado ciclo diario, el que pone en evidencia el forzamiento radiativo. La lluvia sucede en la tarde en forma de chubascos. Otros autores también enfatizan que en el verano austral, las precipitaciones se concentran durante largas semanas, separado por algunos periodos secos. El régimen pluviométrico también se relaciona con la nubosidad convectiva. Por eso, cuando el núcleo de nubosidad convectiva alcanza su máxima intensidad y extensión hacia el sur, las lluvias se concentran en el verano austral. Las precipitaciones anuales ascienden en promedio unos 200 mm.

- **Viento:** El viento cerca de la superficie está condicionado por la topografía local: El desarrollo de brisas de valle-montaña y aquellos asociados a la presencia de lagos y salares generan circulaciones locales que pueden apartarse considerablemente del flujo atmosférico de gran escala en la región.

- **Radiación Solar**: se ve afectada por la localización en el trópico, la elevación y el régimen de nubosidad. Debido a la cercanía que existe con el ecuador, la amplitud de este elemento es bastante moderada. (Aceituno, 1993).

- **Humedad Atmosférica:** el vapor de agua que genera la precipitación provee principalmente de la cuenca amazónica. Por ello, los niveles de humedad aumentan como resultado de advección de masas de aire húmedas provenientes de esta cuenca. Las razones de mezcla se incrementan desde 2 gr/kg hasta máximos de 9 gr/kg en periodos más húmedos.

Tomados en conjunto, estos elementos conforman una dinámica atmosférica particular que puede ser constatada tanto por la observación meteorológica local (estaciones de observación y medición) como por el seguimiento satelital de los patrones de circulación atmosférica para la región subtropical de Sudamérica.

Debido a la localización en el extremo nororiental de Chile del Altiplano, las cartas climatológicas globales señalan trayectorias que entran al continente en latitudes tropicales desde el océano atlántico y que luego se curvan hacia el sur. Varios autores destacan la formación de una alta cálida en la tropósfera superior debido al intenso proceso convectivo que da lugar a lluvias estivales, estimando que la liberación de calor latente duplica al calor sensible entregado por el suelo.

En observaciones realizadas sobre el Altiplano, los resultados muestran un marcado ciclo diurno bajo los 500 hPa, revelando un fuerte forzamiento radiativo en superficie. (Aceituno y Montecinos, 2000). También se detecta un marcado flujo del E a través de la tropósfera, excepto en la región cerca de la superficie, donde una componente del W se desarrolla bajo los 560 hPa durante la tarde.

Durante el invierno austral cuando la corriente en chorro subtropical se encuentra en su posición más al norte, la región altiplánica queda bajo la influencia de los vientos relativamente secos del W. En cambio, durante el verano, la corriente en chorro es relativamente mas débil y se desplaza hacia del sur, de modo que el límite entre el sector con predominio de flujos del E y la zona de los W en la latitud más altas se localiza sobre la región altiplánica.

El análisis de la variabilidad interdiaria durante la temporada de lluvias tiene naturaleza episódica, con alternancias de periodos húmedos y secos. Esta estructura temporal se asocia con fluctuaciones en la posición e intensidad de la Alta de Bolivia. Entonces, en periodos húmedos en el sector N, la Alta de Bolivia se presenta anormalmente intensa y desplazada hacia el S, en relación a su posición durante los periodos secos.

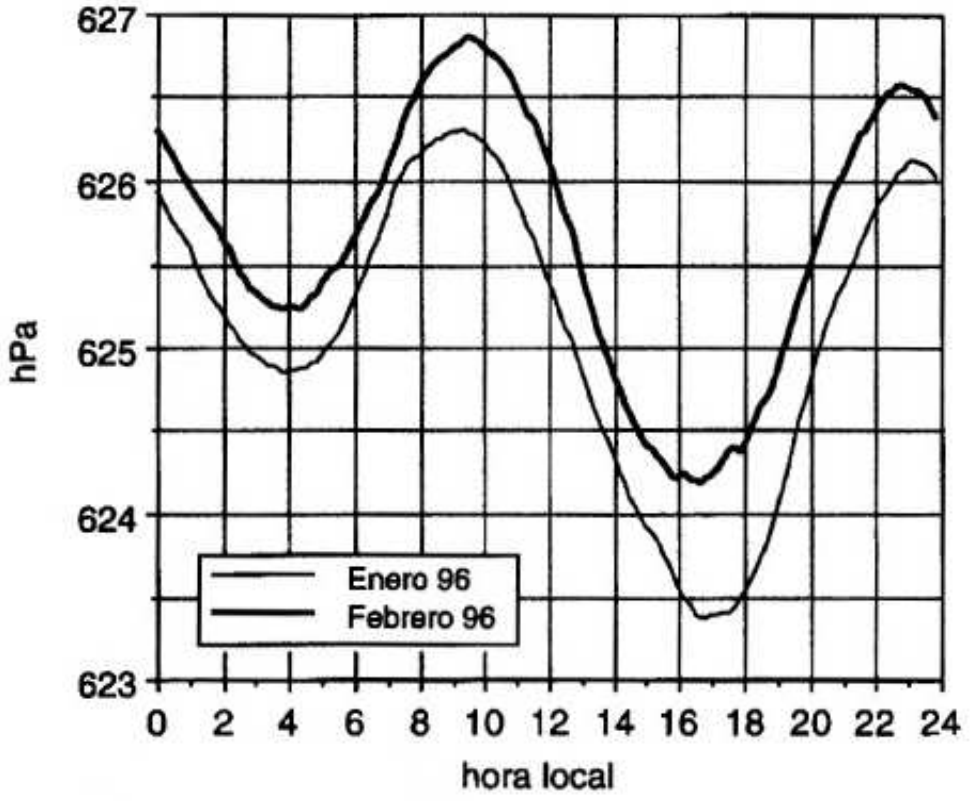
En resumen, las condiciones del Altiplano son de bajas temperaturas, valores reducidos de presión, contenido de vapor de agua y oxigeno atmosférico bajo, mayor radiación solar en superficie y menor concentración de gases invernadero.

5.3.1.4 Análisis de Estaciones Meteorológicas

Presión Atmosférica

Aceituno, en un estudio realizado en 1996, consideró datos desde 1993 a 1995 para caracterizar la zona, al igual que de la estación Colpitas (18° S 69,5° W y 4100 msnm) durante enero y febrero de 1996, de donde se extrajeron datos de presión atmosférica cada 10 minutos.

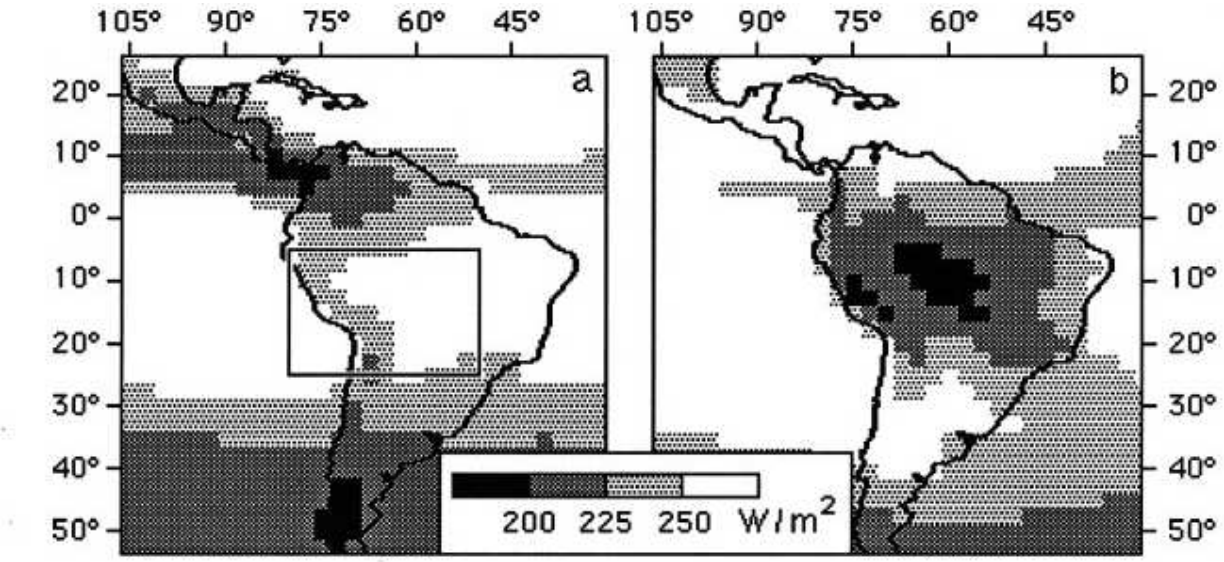
Figura Nº 5-3 Ciclos diarios de presión atmosférica a nivel de superficie en la localidad chilena de Colpitas calculados a partir de un registro cada 10 minutos durante enero y febrero de 1996



Fuente: Aceituno 1996.

Algunas implicancias de estos bajos valores en la presión es que hay un menor espesor de la columna de aire sobre el altiplano, por lo tanto el efecto neto de la absorción y dispersión de los flujos de radiación solar e infrarroja es menor.

Figura Nº 5-4 Radiación infraroja emergente: a) Junio-Julio-Agosto, b) Diciembre-Enero-Febrero. La región rectangular corresponde al área de interés de circulación anámola en el Altiplano.



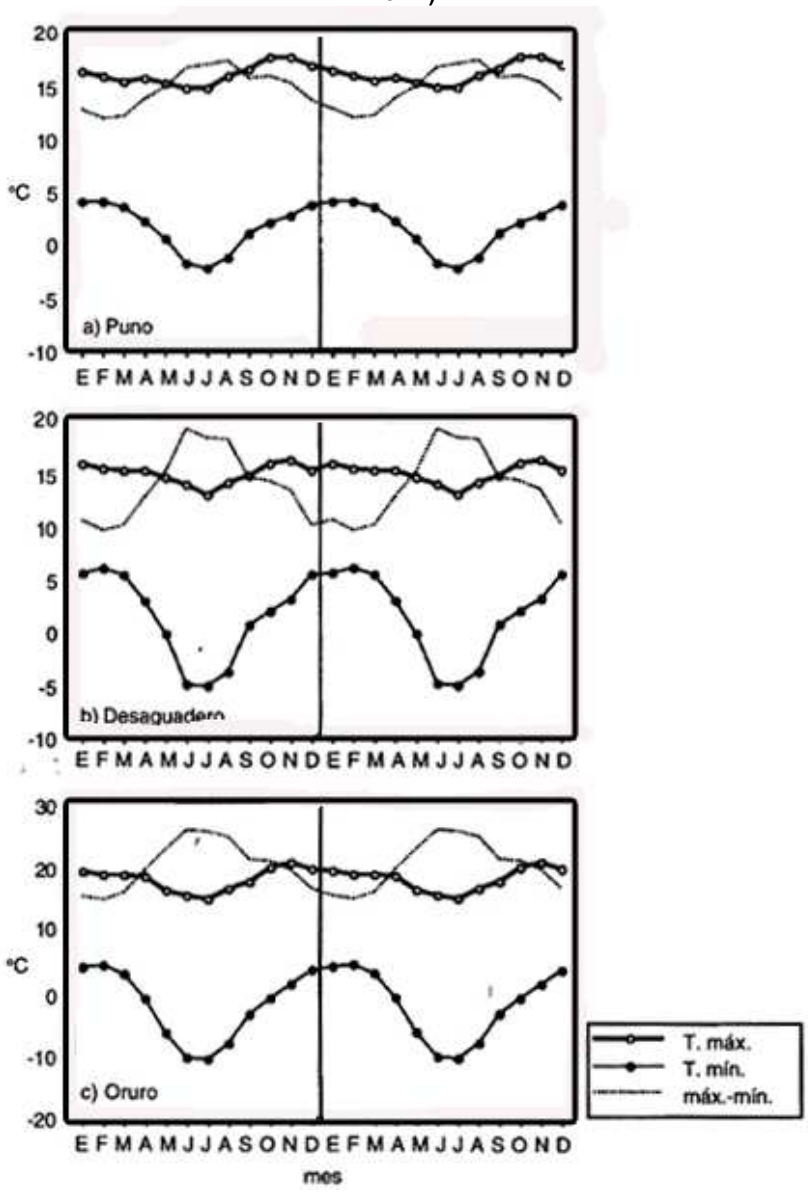
Fuente: Aceituno y Montecinos, 1992.

De la figura se desprende que hay una mayor disponibilidad de energía solar en el verano; la tasa de incremento de UV-B fue de 5,1% por lo tanto el flujo de radiación UV sobre el altiplano durante días despejados es aproximadamente superior al nivel del mar.

Temperatura

Los ciclos anuales de las temperaturas extremas diarias y de la diferencia entre ambas reflejan la importancia del forzamiento radiativo del clima altiplánico. Así, la condición tropical de la región y el aumento de la nubosidad durante el verano austral justifican la pequeña amplitud del ciclo anual de temperatura máxima cuyo valor más alto se presenta a fines de la primavera (noviembre) en asociación con el máximo anual de radiación solar global.

Figura Nº 5-5 Ciclos anuales de Tº extremas diarias (Máx. y mín.) y amplitud del ciclo diario de Tº del aire Puno (15º50´S, 70º01´W, 3852 msnm), Desaguadero (16º39'S, 69º00´W, 3850 msnm) y Oruro (17º58´S, 67º06´W, 3708 msnm)



Fuente: Aceituno, 1996.

La temperatura mínima diaria presenta un ciclo anual de mayor amplitud (Figura anterior) el cual está condicionado en parte por la fluctuación a lo largo del año de la pérdida radiativa nocturna desde la superficie. Esta se atenúa durante el verano debido a la intensificación del efecto invernadero en la atmósfera provocado por el aumento de la nubosidad y de la concentración de vapor de agua.

El régimen descrito para las temperaturas extremas diarias condiciona la existencia de una variación anual bien definida en la amplitud térmica diaria Figura Nº 5-5, la cual es máxima durante el invierno y mínima a fines del verano austral (febrero).
En cuanto a la circulación, en invierno en el hemisferio sur y la corriente en chorro alcanza su mayor intensidad y máximo desplazamiento al norte, la región altiplánica queda bajo el dominio de una circulación de componente del W en toda la columna troposférica.

Vientos

En el verano austral, la corriente en chorro tiene menor intensidad y se localiza más hacia el sur, observándose en capas cerca de la superficie del altiplano una débil componente del E. Esto se advierte como procesos episódicos de advección de aire húmedo desde la cuenca amazónica.

En los niveles altos, por otro lado, lo más relevante es una circulación anticiclónica durante el verano llamada Alta de Bolivia, cuyo centro se localiza sobre la región altiplánica.

Precipitación

La siguiente figura muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para los registros pluviométricos.

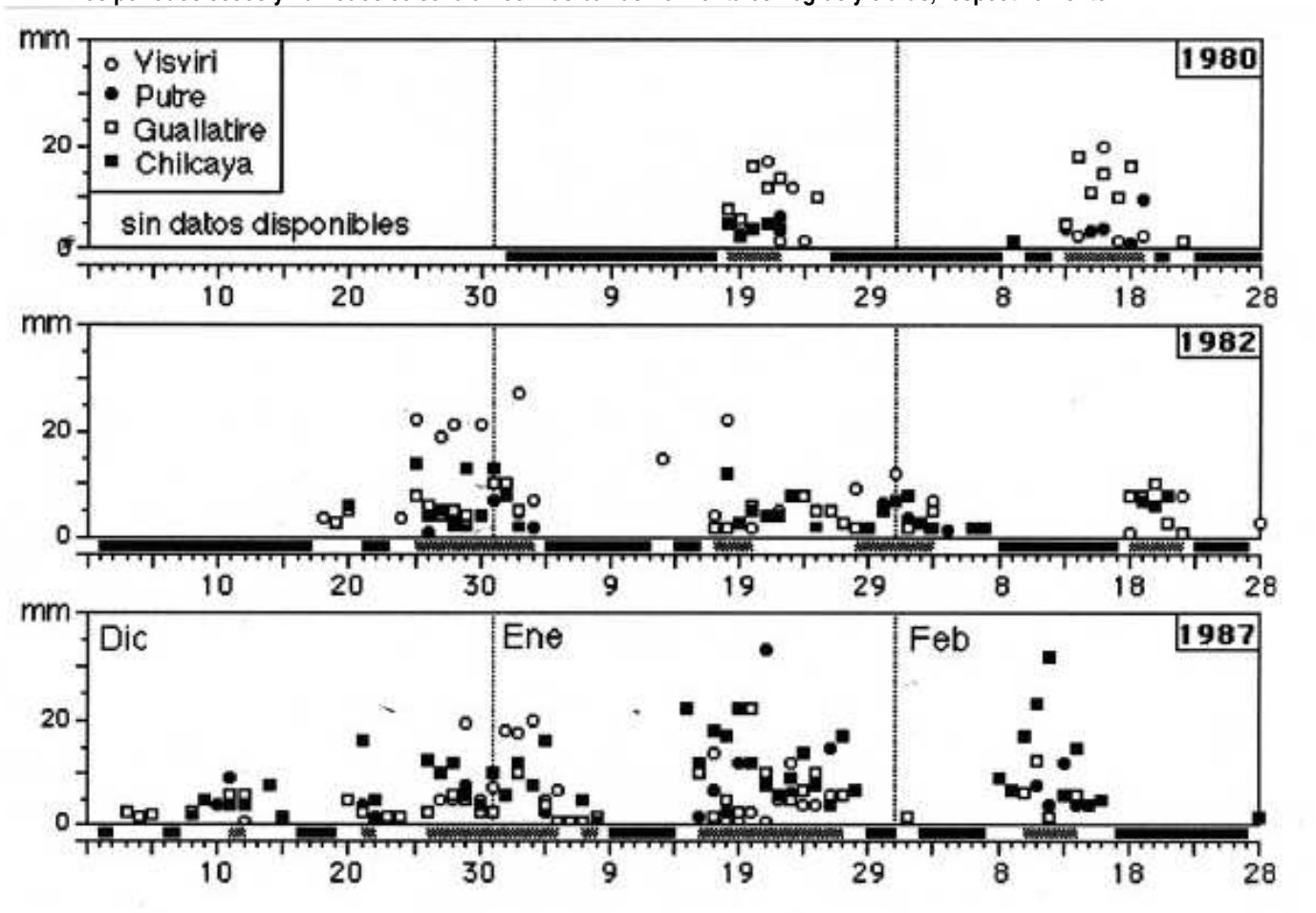
Figura Nº 5-6 Localización de estaciones pluviométricas (o) y aerológicas (●).



Fuente: Aceituno y Montecinos, 1992. Las áreas en gris claro y gris oscuro identifican las regiones con una elevación superior a 3000 y 4000 msnm, respectivamente

La precipitación Figura Nº 5-7, muestra variabilidad espacial y se caracteriza por su aumento hacia el N y el E. Este gradiente espacial se relaciona con el origen del vapor de agua en el sector amazónico, lo cual explica la disminución de la precipitación entre los bordes oriental y occidental del altiplano.

Figura Nº 5-7 Precipitación diaria en la estación de Visviri, Putre, Guallatire, Chilacaya.
Los períodos secos y húmedos se señalan con las barras horizontales negras y claras, respectivamente



Fuente: Aceituno y Montecinos, 1992.

Los valores máximos de precipitación se concentran en el borde occidental donde se acumula el 90% de la precipitación entre diciembre y marzo, lo que indica que el vapor de agua desde el Amazonas alcanza esta región durante el verano.

Durante los periodos secos, el núcleo anticiclónico se localiza más hacia el norte y es más débil.

Los registros hidrometeorológicos más largos en el altiplano muestran variabilidad interanual e interdecadal pero no una tendencia significativa.

En cuanto al vapor de agua, se estudió el periodo entre diciembre de 1983 y marzo de 1984, el que corresponde al verano más lluvioso de los últimos decenios en la estación de Pampa Lirima.

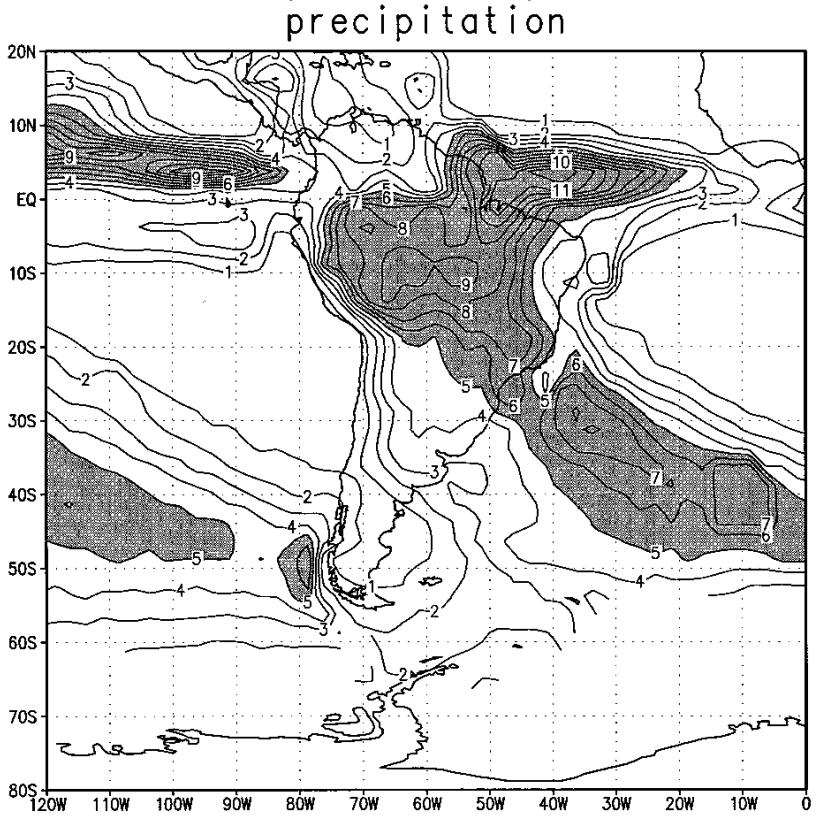
En Pampa Lirima es posible distinguir en enero y febrero un máximo poco antes del mediodía y otro durante la tarde que sólo aparece en febrero. Este ciclo diario ofrece clara evidencia del carácter convectivo del fenómeno, así también, en base a los estudios de las isobaras en la región es posible concluir que las masas de aire que da lugar a las precipitaciones en el altiplano chileno provienen del lado oriental del macizo andino.

La advección de vapor que precipita en el altiplano chileno debe ocurrir en altura (3000 m más o menos) sin verse involucrado en forma importante, en los procesos de condensación y evaporación propios del aire que ocupa la troposfera baja de la cuenca amazónica.

Esto puede ser posible gracias a la estabilidad estática del aire que rodea a las torres de convección tropical ya que su relativa distancia del suelo la ubica por encima de la capa de aire que alimenta la nube convectiva a través de su base.

Con ayuda de los modelos y las herramientas computacionales, algunos estudios analizan el territorio conformado por el altiplano dentro del continente sudamericano. Es el caso de la siguiente figura, donde se explican algunos patrones de circulación (Nogués-Paegle, J., 1997).

Figura Nº 5-8 Total de precipitación media anual promediada para diciembre a marzo entre los años 1979 a 1993 (tomada cada 1 mm/día)



Fuente: Nógues-Paegle & Mo, 1997.

Estos patrones de precipitación climatológica promediada sobre Sudamérica se obtuvieron desde diciembre a marzo usando estaciones pluviométricas sobre tierra. El altiplano boliviano, que es el más ancho cerca de los 18°S, sirve como una fuente en altura de calor sensible, pero el calor latente liberado de la convección es el más grande proveedor de fuente de calor sobre Sudamérica.

Datos de estudios más recientes provenientes de la estación de Parinacota, indican que las precipitaciones oscilan entre los 300 y 500 mm anuales, la temperatura promedio anual varía entre 1° y 2°C pero presenta amplitud diaria entre 20° y 30°C. (URBE Arquitectos, 2004).

Otro antecedente indica que la zona posee un clima estepárico de altura, con precipitaciones que se desencadenan entre los meses de diciembre a marzo, con temperaturas medias aproximadas entre 0° y 20°C en verano y -20°C y 10°C en invierno. Aquí, la temperatura generalmente desciende bajo los 0°C y es posible apreciar continuas nevazones. (Geo Terra Ltda., 2004).

5.3.1.5 Caracterización Agroclimática

Según la clasificación de Koeppen, se distinguen dos tipos de clima para el Norte Grande que va desde los 17°S hasta los 29,5°S, de E a W:

- Clima de Tundra de Altura
- Clima de Estepa de Altura

De las variadas clasificaciones existentes para determinar los tipos agroclimáticos, se utilizó la clasificación de Papadakis (1973) de la siguiente manera:

- Entre los 17° y 30°S y en sentido W-E
- Desierto Tropical Marino
- Desierto Subtropical Marino
- Desierto Pampeano
- Desierto de Tierra Fría
- Alto Andino

Basado en información sobre los regímenes hídricos y térmicos, se pueden obtener subtipos climáticos que definan mejor los distritos agroclimáticos para el área del Proyecto.

De acuerdo a esto, los distritos agroclimáticos identificados son:

- **Agroclima Tierra Fría**: se encuentra en el Norte de Chile, entre los 17°30'S hasta los 19°40'S, en la frontera con Perú y Bolivia y desde 22°50'S hasta los 24°10'S en la frontera con Bolivia y Argentina. Tiene 1,78 millones de hectáreas. En estos climas se producen heladas aunque los inviernos pueden ser suaves como para permitir el cultivo de citrus o trigo. Los veranos pueden variar de suficientemente cálidos como para permitir el cultivo de algodón, es decir, temperaturas promedio de 22ºC o tan fríos como para que las temperaturas máximas medias sean inferior a 0°C. Los regímenes hídricos pueden ser húmedos todos los meses o algunos o bien monzónicos en que la relación lluvia/ETP es mayor en el verano que en invierno o primavera.

- **Agroclima Alto Andino**: se considera desde el límite con el Perú y a lo largo de la frontera con Bolivia hasta un poco al Norte de los 20°S. También se encuentra entre los 23° y 25°S. En invierno, las temperaturas absolutas medias del mes más frio varían de -29°C a -10°C, en algunos menos protegidos y en otros más abrigados de -10°C a -2,5°C, siendo las máximas medias del mes más frio superior a 5°C y en algunos sectores mas protegidos superiores a 10°C. En verano, la duración de la estación libre de heladas promedio, es decir, temperatura mínima medias absolutas mayores a 0°C, es menor a un mes; el promedio diario de los máximos promedios de los 4 meses mas cálidos es mayor a 10°C. El régimen hídrico es de desierto monzónico es decir, el

verano es menos seco que el invierno por precipitaciones estivales. Las precipitaciones anuales con de alrededor de 350 mm.

- **Agroclima Parinacota**: limita con el Perú, a lo largo de la costa de Bolivia, hasta las proximidades de los 20° S. En la estación Parinacota, que esta a 4390 msnm, la lluvia alcanza 321 mm de las cuales 245,2 caen en los meses de enero y marzo. La evaporación total anual alcanza 1.820 mm con lo cual hay déficit hidrológico anual de 1.500 mm. Debido a esto, los cultivos deben regarse. Ocupa una superficie aproximada de 843.000 hectáreas que es equivalente al 1,2 % total nacional.

  Los cultivos que pueden practicarse con riego son cebada, papa, quinoa, cañihue. También se practica la ganadería de ovejas, alpacas, llamas. Esta unidad agroclimática presenta la característica de que las máxima evaporación ocurre en octubre, dos meses antes del solsticio de verano.

5.3.2 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 géiseres de Puchuldiza constituye una fuente natural de emisión de vapor de agua y gases, particularmente de ácido sulfhídrico (H2S) y dióxido de azufre SO2.

5.3.3 RUIDO

5.3.3.1 Introducción

En relación a las características del proyecto, a continuación se establecen los niveles de ruido pre-operacionales (línea base de ruido) en el entorno del proyecto, se estima mediante software los niveles de ruido generados en la etapa de construcción y operación dentro del área de influencia directa (AID).

5.3.3.2 Área de Influencia

Se determinó el Área de Influencia del proyecto (AI), a aquella zona próxima, que pueda alterar las condiciones acústicas actuales. Además, se realizó una campaña de mediciones de los niveles de ruido existentes en los alrededores del emplazamiento del futuro proyecto.

5.3.3.3 Línea Base de Ruido

La identificación de receptores y mediciones se centraron en estas áreas y sus alrededores por corresponder a sectores sensibles al ruido debido a su proximidad con el proyecto.

La tabla siguiente presenta la coordenada UTM (Datum WGS 84, Huso 19) de cada punto de medición de ruido basal y la descripción del entorno.

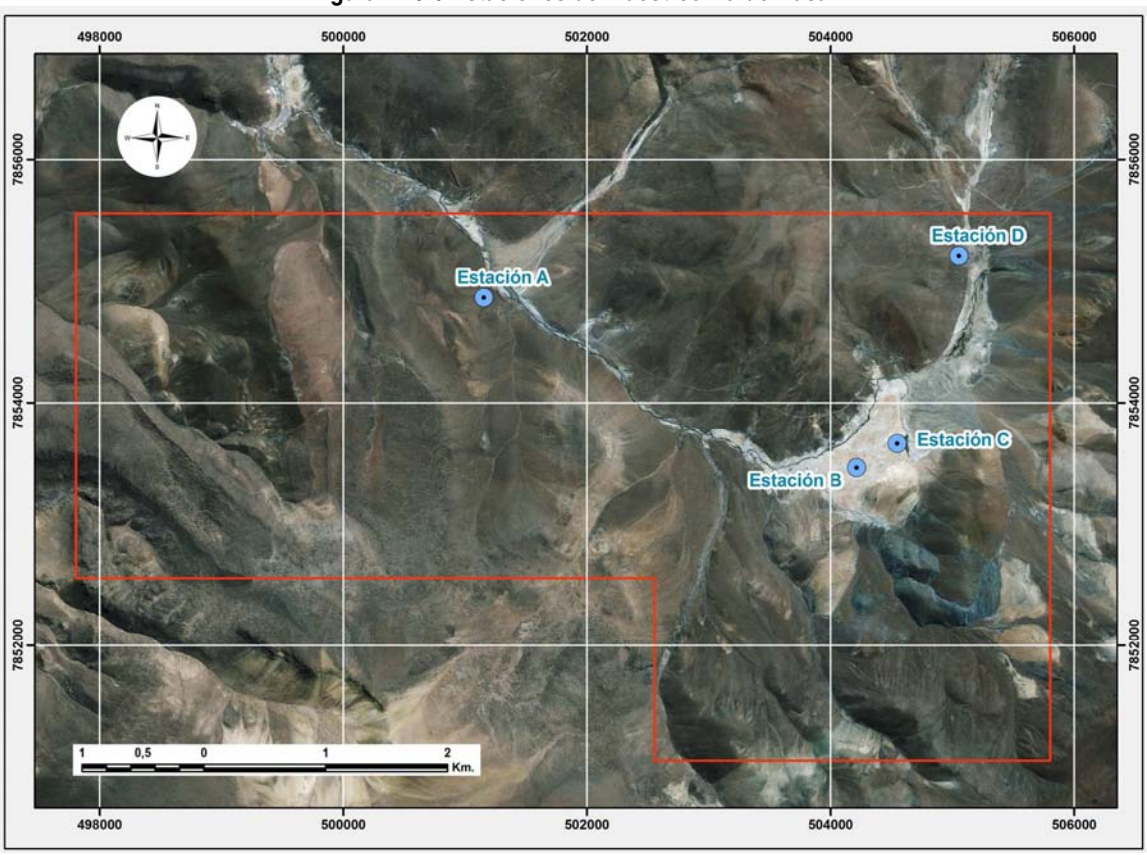
Tabla Nº 5-2 Ubicación puntos de medición de ruido basal

PUNTO	UTM E	UTM N	DESCRIPCION
A	501.153	7.854.860	Lupe: Sector de vivienda esporádica (refugios) ubicado al norte del área del proyecto.
B	504.213	7.853.463	Piscina Termal
C	504.546	7.853.662	Geiser Puchuldiza.
D	505.053	7.855.202	Puchuldiza: Sector de viviendas esporádicas.

Fuente: Elaboración propia.

Se reconoció en el sector otros caseríos y refugios no considerándose éstos en el presente estudio acústico debido a su condición de abandono y deterioro, lo que hace poco probable su habitabilidad.

Figura Nº 5-9 Estaciones de muestreo Ruido Basal



Fuente: Elaboración propia. Imagen Google Earth.

A continuación se muestran imágenes representativas de los lugares de medición

Foto Nº 5-1 Punto A. Sector de Lupe

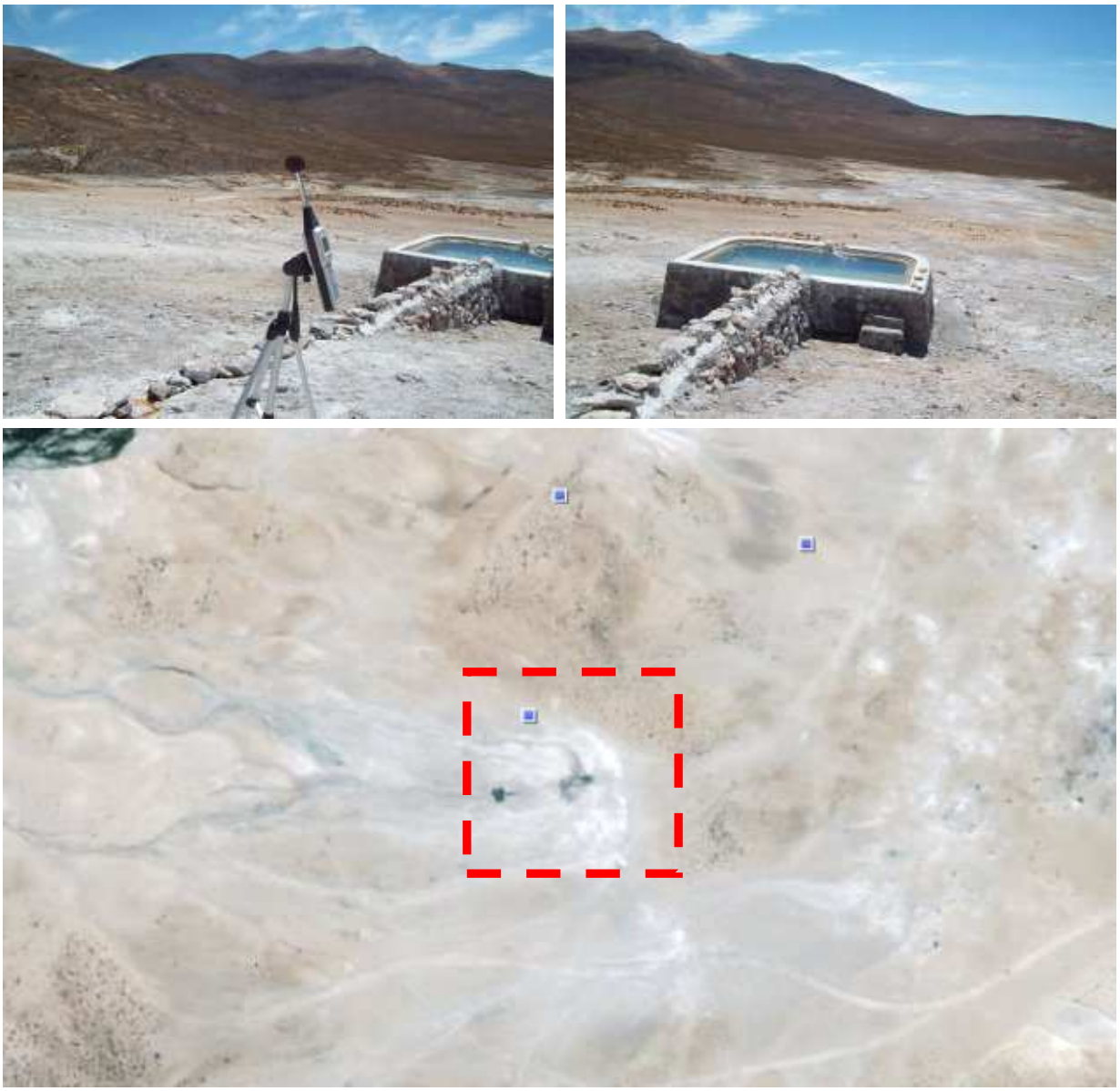






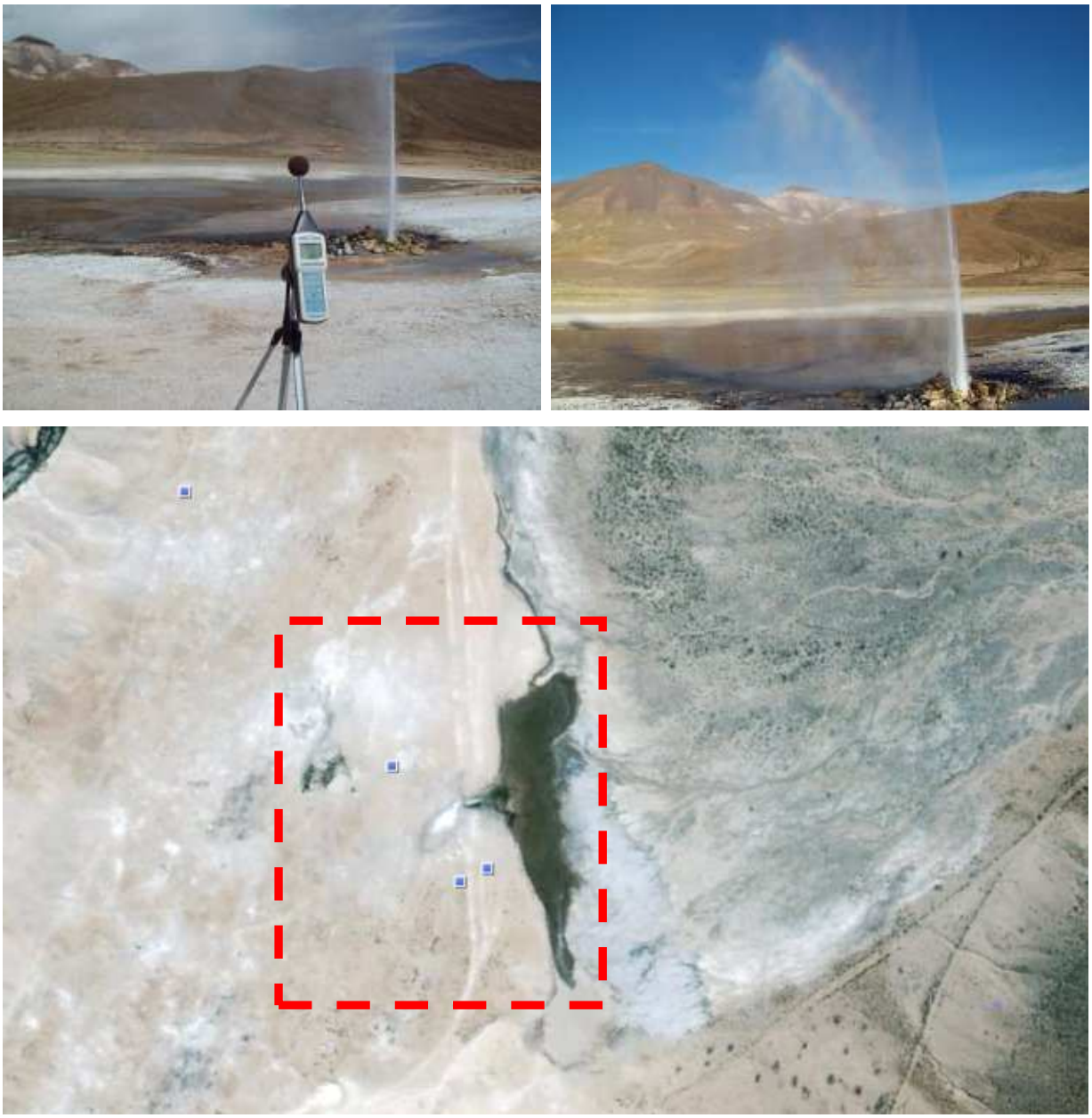
Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-2 Punto B. Terma Natural y Piscina de baño



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-3 Punto C. Geiser Artificial Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-4 Punto D. Localidad Puchuldiza







Fuente: Elaboración propia.

5.3.3.4 Metodología y Resultados

Se efectuaron mediciones del Nivel Equivalente de ruido (NPSeq) con filtro de ponderación A y respuesta Lenta, mediante metodología establecida por el D.S.146/97 para medir ruido de fondo. El instrumento se ubicó a 1.5 metros de altura.

Se realizó dos rondas de medición diurna y una nocturna, obteniendo resultados característicos de la condición de ruido ambiental de la zona en estudio.

En las tablas siguientes se resumen los Niveles Equivalentes de ruido (NPSeq), los Niveles instantáneos mínimos (NPSmin) y máximos (NPSmax) de las tres rondas de medición, además de las principales fuentes de ruido identificadas durante el período de medición, ordenadas de mayor a menor importancia.

Se registró mediante un anemómetro el viento imperante en cada punto receptor medido, debido a la influencia de éste en el ruido ambiental.

Tabla Nº 5-3 Niveles basales de ruido en dBA, ronda mediodía

PUNTO	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	FUENTES DE RUIDO	VIENTO (m/s)
A	49	28	63	Viento-follaje, pájaros, insectos	3.2
B	69	55	81	Viento, terma.	8.5
C	63	55	73	Geiser, viento.	7.4
D	44	25	63	Viento, pájaros, insectos	2.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-4 Niveles basales de ruido en dBA, ronda tarde

PUNTO	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	FUENTES DE RUIDO	Viento (m/s)
A	49	28	63	Viento-follaje, pájaros, insector	2.9
B	69	55	81	Viento, terma.	6.1
C	63	55	73	Geiser, viento.	5.6
D	44	25	63	Viento, pájaros, insectos.	2.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-5 Niveles basales de ruido en dBA, ronda noche

PUNTO	NPSeq	NPSmín	NPSmáx	FUENTES DE RUIDO	VIENTO (m/s)
A	33	23	46	Viento-follaje, pájaros, insectos.	1.6
B	55	44	64	Viento, terma.	4.6
C	52	51	64	Geiser, viento.	4.2
D	30	23	44	Viento, pájaros, insectos.	1.5

Fuente: Elaboración propia.

Los Niveles Equivalentes de ruido medidos en los puntos evaluados oscilan entre 44 y 69, y entre 37 y 58 dBA para rondas mediodía y tarde respectivamente. Los Niveles Equivalentes de ruido nocturnos fluctúan entre 30 y 55 dBA. Siendo los mayores en el sector del campo termal de Puchuldiza

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

5.3.4 GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA

5.3.4.1 Metodología

Para le elaboración de la presente línea base se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento general del área. Identificación de caminos y obras de exploración (plataformas de sondajes, zanjas).
- Identificación de fuentes termales en el área de las fuentes termales. Descripción de la geometría, medición de tamaños de pozas, ebullición del agua, etc.
- Observación de alineamiento de fuentes. Observación de formas cónicas y domos de las fuentes.
- Observación de pozas secas. Varios de los puntos programados para muestreo no pudieron tomarse debido a que se encontraban secos, incluyendo el curso superficial de la quebrada Chiguanani que descarga al estero Puchuldiza.
- Levantamiento geológico utilizando como base imagen satelital a escala 1:10.000. Se individualizaron las unidades de roca y suelo y las estructuras geológicas.
- Observaciones geomorfológicas utilizando como base imagen satelital a escala 1:10.000. Individualización de conos de deyección, escombros de falda, morrenas, bofedales, vertientes, depósitos de cenizas, y coladas modernas.
- Observaciones enfocadas a identificar peligros geológicos, deslizamientos, fenómenos de remoción en masa y fallas activas.
- Registro de puntos mediante GPS y registro fotográfico.
- Reconocimiento detallado del área de las manifestaciones termales, identificación de las fuentes termales sobre una imagen satelital ampliada a escala 1:2000. Descripción de la geometría, medición de tamaños de

pozas y altura de agua, ciclos, temperatura, ebullición, etc. Levantamiento de coordenadas de las principales fuentes termales con GPS y registro fotográfico de ellas.

- Esta actividad permitió un levantamiento exhaustivo y de gran representatividad de las fuentes.
- Toma de muestras de agua termales y una muestra de agua en quebrada afluente a estero Puchuldiza.

Tabla Nº 5-6 Puntos de muestreo aguas superficiales

ID.	COORD. ESTE	COORD. NORTE	TIPO FUENTE
PU 1	504.504	7.854.160	Poza
PU 2 B	504.408	7.853.700	Poza
PU 3	504.359	7.853.600	Poza
PU 4	504.202	7.853.477	Géiser de fuente
PU 5	503.800	7.853.469	Poza
PU 6	503.406	7.853.533	Poza
PU 18 A	503.801	7.853.406	Poza
PU 23	504.310	7.853.086	Géiser de fuente
PU 31	504.076	7.853.676	Poza
PU 32	504.189	7.853.868	Poza
PU 35	504.342	7.854.050	Géiser de fuente
PU 26	503.862	7.852.144	Agua superficial

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4.2 Geomorfología

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 de Puchuldiza se localiza en el límite entre la Cordillera Occidental y el Altiplano de la Región de Tarapacá, a 4.200 m s.n. en el valle del rio Puchuldiza, que en ese sector tiene forma de U, rodeado por cordones montañosos. Los rasgos fisiográficos característicos del área son los centros volcánicos Guillatane, Latarani-Macurquima, Tatajachura y Cerro Catalbe con alturas entre 4400 y 5500 m.s.n.m; estos dos últimos marcan el limite occidental de la Cordillera Principal. (Figura Nº 5-10)

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 los que se muestran en la Figura Nº 5-11 y son, desde el sur este hacia el norte: Co Chapiguailla (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.

La zona de manifestaciones termales de Puchuldiza está alimentada por una red de drenaje de disposición aproximadamente radial que se desarrolla desde el norte (quebradas Mulluri Grande de dirección norte-sur y Mulluri Chico), desde el escarpe oriental que incluye el Cerro Condoriri (quebradas Condoriri, Guacalliri y Achalaja) y desde los cerros ubicados hacia el sur, incluyendo el Cerro Guaillane. Este último presenta una red de drenaje bien desarrollada que desciende hacia la zona central de manifestaciones termales por la quebrada de Lupe principalmente y hacia la parte occidental de la zona estudiada donde un sistema de drenaje subparalelo de

profundas quebradas desciende hacia el oeste donde se encuentran manifestaciones termales de menor temperatura que Puchuldiza ubicadas fuera de la zona (Lupihuella, Tatsujane, Pingallure, Chipamire).

El río Puchuldiza descarga hacia el noroeste y recibe el aporte de la quebrada Chiguanani desde el noreste y luego de la quebrada Tuja o Solluca de orientación norte-sur en cuya intersección se encuentra la zona de manifestaciones termales de Tuja de temperaturas tan altas como Puchuldiza, pero ubicadas fuera del área de estudio.

Figura Nº 5-10 Principales rasgos fisiográficos de Campo Geotérmico Puchuldiza

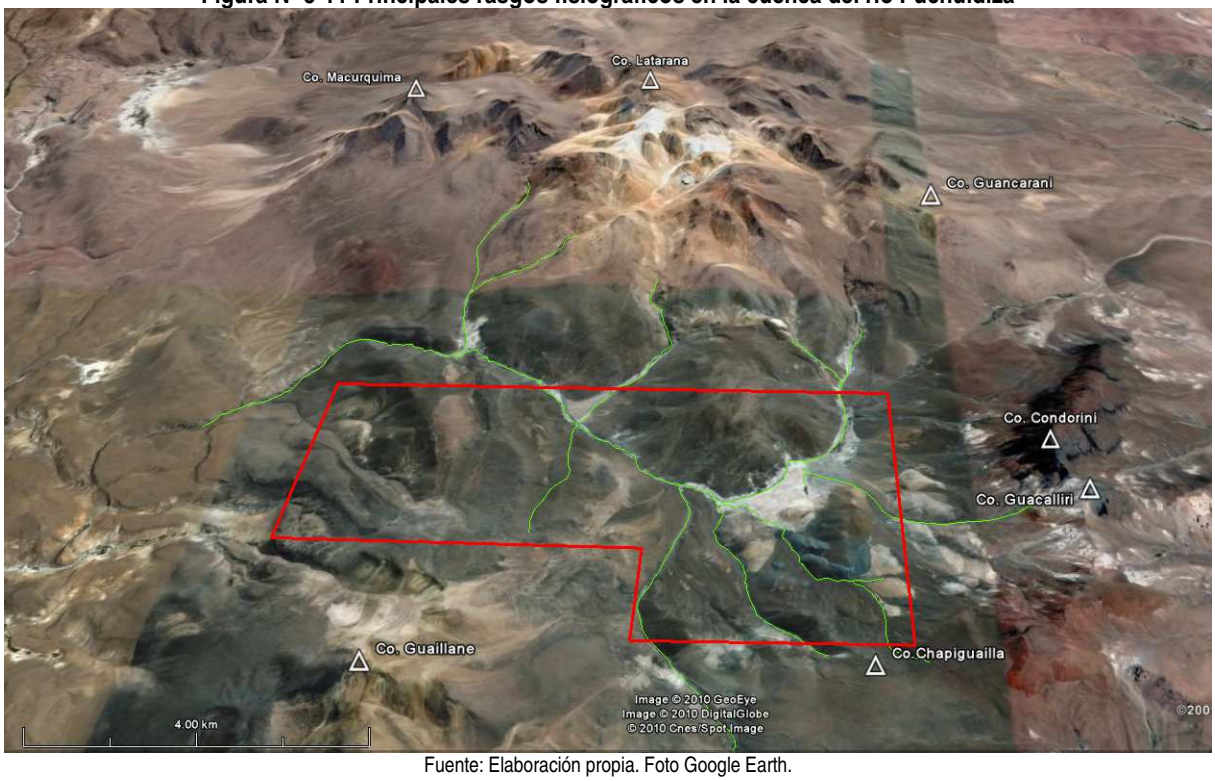


Fuente: Elaboración propia. Foto Google Earth.

El paisaje ha sido modelado por una intensa actividad volcánica proveniente del cordón volcánico Latarani-Macurquima dando origen a depósitos de lavas y nubes ardientes que cubren gran parte del área.; posteriormente las glaciaciones pleistocénicas han dando origen a circos, valles en forma de U y depósitos morrénicos, los que han sido erosionados junto con el resto de los macizos rocosos solevantados; estos con la acción de las lluvias han producido extensos depósitos aluviales y aluvionales .El clima de la zona se caracteriza por grandes variaciones de temperatura entre el dia y la noche lo que da origen a extensos depósitos de gelifractos, los que con de la gravedad son desplazados constituyendo depósitos extensos coluviales con poco desplazamiento desde su lugar de origen.

El clima de la zona puede ser considerado como clima de estepa de altura (Fuenzalida, 1965 en Argandoña, 1984) donde durante los meses de verano se desarrolla el invierno Boliviano, caracterizado por abundantes precipitaciones en cortos periodos de tiempo y tormentas eléctricas con temperaturas que varían entre 15ºC en el día y -15ºC en la noche .las lluvias en el presente continúan con el lavado del material suelto (gelifractos) y su depositación hacia aguas abajo en forma de abanicos aluviales activos ; como ejemplo de ello son los abanicos aluviales de las quebradas Andacollo Guacalliri y Jiquiasta.

Figura Nº 5-11 Principales rasgos fisiográficos en la cuenca del río Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia. Foto Google Earth.

5.3.4.3 Geología

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 223ºC cuyo origen está relacionado con el magmatismo que ha dado origen a la actividad volcánica reciente.

Las distintas unidades de rocas y sedimentos presentes en el área de influencia del proyecto son las que se muestran en Cartografía (Plano N°10 - Geología General) y se describen a continuación:

I. Unidades de Roca

a. <u>Formación Chiricollo (Kch)</u>

La unidad más antigua es la formación Churicollo, corresponde a una secuencia sedimentaria continental de origen fluvio lacustre ubicada inmediatamente al sur y sur este del sinter, la que ha quedado expuesta por un sistemas de fallas NS. Está constituida por una secuencia de aproximadamente 400m de areniscas arcillosas con intercalaciones de conglomerados brechosos de origen fluvial, fuertemente plegada con ejes de pliegues de orientación NS y cuya edad ha sido atribuida al cretácico medio por Lahsen 1973. Ver Foto Nº 5-5.

La matriz arcillosa de estos sedimentos y su compactación hacen que esta formación sea de una muy baja permeabilidad por lo que ha sido considerada por Lahsen 1978, 75 y 73 (Ref. [4,6 y 7] como el basamento del sistema hidrotermal.

Foto Nº 5-5 Afloramiento de la Formación Churicollo, con capas manteando al este (vista al Sur)



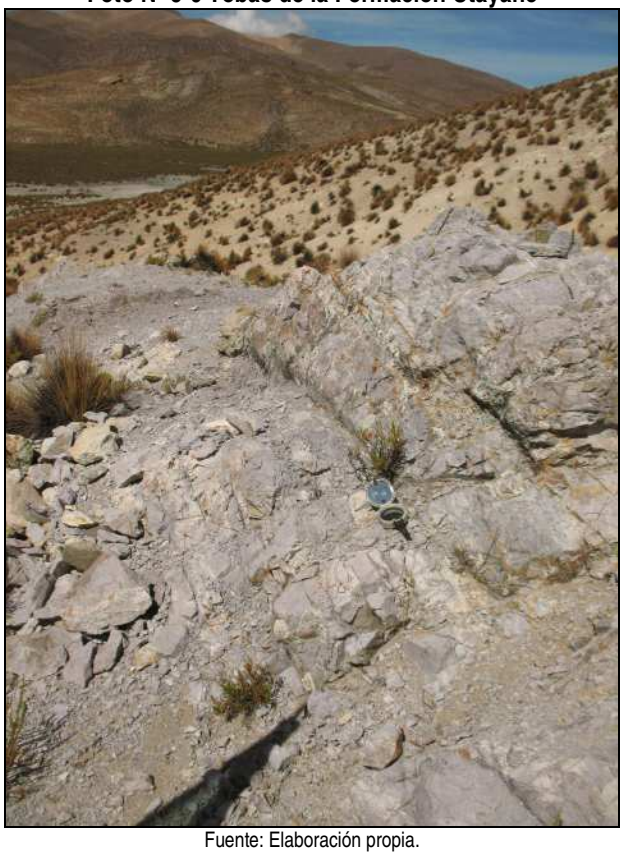
Fuente: Elaboración propia.

b. Formación Utayane (Tu)

Discordante sobre la Formación Churicollo se dispone una secuencia de tobas riolíticas blancas, densamente soldadas (ignimbritas) de aproximadamente 160 m de potencia denominada Formación Utayane por Lahsen 1978. Se reconocen al sur y sureste de las manifestaciones termales de Puchuldiza y a los pies del cerro Condoriri. Estas rocas se encuentran fuertemente fracturadas y están afectadas por una intensa alteración hidrotermal, observándose lixiviadas. Debido al carácter singenético del fracturamiento es probable que éste persista en profundidad, lo que daría origen a una permeabilidad secundaria. Lahsen, 1978., les atribuye una edad mioceno Inferior. Argandoña (1984) le atribuye una edad pre-mioceno ya que los estilos de deformación y alteración presentes en esta formación son similares a las de las rocas cretácicas que afloran en hacia el oeste, fuera del área estudiada.

Las formaciones Churicollo, y Utayane son correlacionables con la Formación Cerro Empexa (Argandoña R. 1984, “Geología del cuadrángulo Cerro Socora y caratacterísticas del área geotermal de Puchuldiza)

Foto Nº 5-6 Tobas de la Formación Utayane



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-7 Tobas de la Formación Utayane- Afloramientos de la Formación Churicollo



Fuente: Elaboración propia.

c. Formación Chonja Chaya (Tch)

Concordantemente sobre las ignimbritas de la Formacion Utayane se depositó una secuencia de areniscas verdes bien estratificadas con intercalaciones delgadas de conglomerados finos denominados Formación Chonja Chaya (Lahsen 1973 (Ref.[7]) con un espesor entre 60 m a 80 m. Presentan intercalaciones tobaceas y conglomeradicas en su parte inferior y delgadas intercalaciones de limonitas en su parte media. Los sedimentos están constituidos

principalmente por elementos volcánicos depositados por acción eólica en ambientes lacustres. Lahsen 1978, les asigna una edad miocena media a inferior a estos sedimentos.

d. Formación Condorini (Tci y Tcs)

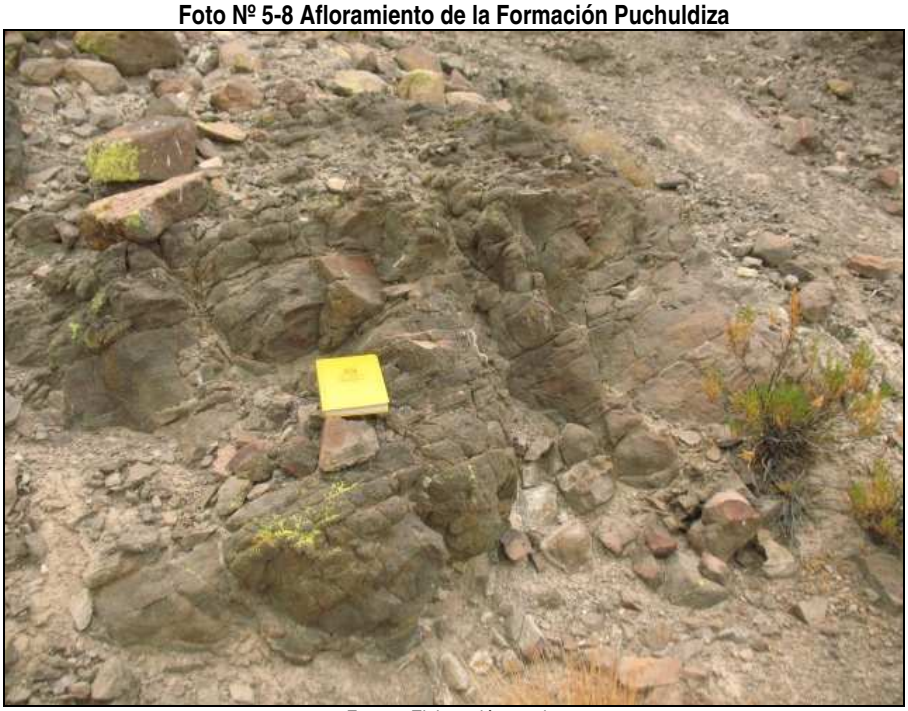
Discordantemente sobre los sedimentos de la Formación Chonja Chaya se encuentra una secuencia volcánica constituida por tobas soldadas (ignimbritas) blancas, grisáceas y rosadas que en algunos niveles se presentan fuertemente fracturadas y que en partes se presentan brechosas debido al abundante contenido de lapilli y fragmentos de andesita. Tiene un espesor reconocido de 200 m (Lahsen, 1973) y aflora hacia el este del cerro Condorini. La formación se encuentra suavemente plegada formando un anticlinal de eje NS. Lahsen op. cit. le asigna una edad miocena media.

e. Formación Puchuldiza (TPi y TPs)

Concordantemente sobre las ignimbritas de la Formación Condoriri se dispone una secuencia volcánica denominada Formación Puchuldiza por Lahsen 1973 constituida por dos miembros; uno inferior de dacitas negras vítreas y andesitas porfídicas silicificadas y cloritizadas y un miembro superior de ignimbritas rosadas a pardo-violáceas con estructuras de fiammes. La formación Puchuldiza se encuentra fuertemente fracturada y plegada; los pliegues tienen ejes orientados entre N30º a N50° al W. La unidad aflora al sur y oeste del área de estudio.

Lahsen 1978 asigna una edad miocena superior a la Formación Puchuldiza. Argandoña (1984) individualiza al miembro superior de esta unidad como Formación Ignimbritas Guaillane, la que, de acuerdo a este autor, tendría una disposición discordante sobre el miembro inferior de la Formación Puchuldiza y una edad tentativa miocena media a superior

Foto Nº 5-8 Afloramiento de la Formación Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

f. Formación Lupe (Tl1 y Tl2)

Discordantemente sobre la Formación Puchuldiza se reconoce una secuencia de sedimentos clásticos continentales y piroclásticos que Lahsen 1978 denominó Formación Lupe. La parte inferior está constituida por areniscas, brechas y conglomerados que incluyen abundantes fragmentos provenientes de la erosión de las rocas más antiguas; estas areniscas presentan cementación moderada y buena estratificación (ver Foto Nº 5-9). La parte superior de esta unidad está constituida principalmente por sedimentos piroclásticos con abundantes pómez y tobas brechosas. Lahsen 1978, mediante dataciones K-Ar les atribuye una edad Mioceno superior.

Foto Nº 5-9 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-10 Estratos de areniscas de la parte inferior de la Formación Lupe



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-11 Rocas volcánicas de la parte superior de la Formación Lupe



Fuente: Elaboración propia.

g. Depósitos Volcánicos Plio-Plestocénicos

Cubriendo a las formaciones anteriores se encuentran extensos flujos de lavas generalmente de composición andesítica cuyos centros de emisión se alinean según la traza de fallas regionales de dirección NE-NW. Los centros volcánicos que dieron origen a estos depósitos son el grupo volcánico Latarani-Macurquimia constituido por tres volcanes; el volcán Guaillane, el volcán Tatajuachura y el volcán Socora .Ninguno de estos están activos en la actualidad.

Foto Nº 5-12 Colada de lavas de los depósitos volcánicos plio-pleistocenos



Fuente: Elaboración propia.

II. Unidades de depósitos no Consolidados

a. Depósitos Morrénicos (Qm)

Los depósitos de morrenas se encuentran en la parte superior del estero Puchuldiza y en parte de la quebrada Chiguanani. En la confluencia de la quebrada Puchuldiza con las quebradas Lupe, Chiguanani y Guaillajo hay grandes bloques provenientes de la erosión de los depósitos morrenicos. Estos corresponden a glaciares de valle con morrenas laterales y frontales. Los materiales que los constituyen corresponden a fragmentos y bloques muy heterogéneos principalmente andesíticos en matriz limo arcillosa (ver Foto Nº 5-13). Los depósitos morrenicos son posteriores a los depósitos volcánicos, es por ello que Lahsen, 1973, les ha asignado una edad pleistoceno Superior.

Foto Nº 5-13 Depósitos de morrenas superior del estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-14 Corte en el camino, depósitos de morrenas en la parte superior del estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-15 Depósitos de morrenas en la vertiente occidental de la quebrada Chiguanani



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-16 Depósitos fluvioglaciares en la parte superior del estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

b. Depósitos coluviales Indiferenciados (Qc); y Pie de Monte (Qp)

Corresponde a depósitos clásticos angulosos de tamaño variable, no consolidados y con diferentes proporciones de matriz arcillosa. y arenosa. Provienen de la meteorización de la roca del lugar acumulándose principalmente por gravedad en las laderas de las principales elevaciones del área.

c. Depósitos aluviales y Abanicos Aluviales (Qa)

Corresponden a depósitos clásticos angulosos a redondeados formados por gravas y bloques en matriz principalmente arenosa, depositados en las principales quebradas y planicies por el efecto combinado de la acción de los agentes de meteorización y agua .Se han separado los depósitos aluviales indiferenciados de los abanicos aluviales. Estos últimos se caracterizan por su típica forma de cono invertido donde la quebrada desemboca en terrenos de menor pendiente.

Los depósitos aluviales en aquellos lugares donde existen manifestaciones termales se encuentran parciales o totalmente cementados y cubiertos por sales

Foto Nº 5-17 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-18 Depósitos aluviales en la Quebrada Chiguanani, cementados por sales



Fuente: Elaboración propia.

d. Depósitos de alteración Hidrotermal

En la parte centro oriental del área se desarrollan dos áreas de alteración hidrotermal que afectan a rocas de la Formación Puchuldiza y a tobas de la Formación Utayane.

Asociado a estos depósitos se encuentran también materiales propios de actividad hidrotermal como brechas hidrotermales y pebble dikes.

Foto Nº 5-19 Zona de alteración hidrotermal en la ribera norte del estero Puchuldiza, afectando a rocas de la Formación Puchuldiza (mirando al Sur)



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-20 Afloramiento de pebble-dike en zona de alteración hidrotermal



Fuente: Elaboración propia.

e. Depósitos de Sínter

Los depósitos de sínter se distribuyen asociados a las manifestaciones termales. Se forman por la precipitación de sílice y otros elementos que son transportados por los fluidos geotermales desde las profundidades hasta la superficie; cuando la temperatura y la presión de los fluidos disminuye, la solución se sobresatura, precipitando dichos elementos en superficie, en las paredes de los géiseres y pozas calientes.

En el área de estudio se presentan en una terraza en el valle del estero Puchuldiza. En el acápite de volcanismo se presentan más antecedentes de estos depósitos.

Foto Nº 5-21 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al sur)



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-22 Terraza de sínter en la parte centro oriental del área (mirando al oeste)



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-23 Capas subhorizontales del sínter



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-24 Detalle de material silíceo coloidal en los depósitos de sínter



Fuente: Elaboración propia.

III. Estructuras

Los distintos procesos orogénicos que han afectado a las rocas depositadas en el área de influencia del campo geotérmico de Puchuldiza han dado origen a diferentes estilos estructurales los que se manifiestas de manera particular en cada una de las formaciones.

La formación Churicollo presenta pliegues apretados con una amplitud menor a un km, con ejes NS a NNW, levemente volcados al oeste e inclinados al sur (Lahsen, 1978 Ref.[4]).

La formación Utayane en el faldeo occidental del cerro Condoriri es monoclinal con rumbo N30-40°W, inclinada 30° a 40°W. Hacia el cerro Churicollo se encuentra fuertemente fracturada y plegada, formando un anticlinal asimétrico inclinado hacia el oeste, con un eje de dirección N20°-25°E (Argandoña 1984).

Las formaciones Condoriri y Puchuldiza presentan pliegues simetricos de 1 a 3 km de ancho orientados N30° a 50°W. Localmente la formación Puchuldiza se encuentra fuertemente plegada y fracturada.

La formación Lupe se encuentra plegada en sinclinales asimétricos con flancos de dirección NS a NNW (Argandoña 1984)

Las fases distensivas a partir del mioceno medio dan lugar a tres sistemas principales de fallas las que se describen a continuación y se muestran en la

a. Fallas NS

Fallas normales representadas por los sistemas de falla Condoriri ubicado en el flanco occidental de las serranía de Condoriri, y por el sistema de fallas de Tuja, ubicado al oeste de Puchuldiza y donde el bloque de Puchuldiza ha descendido.

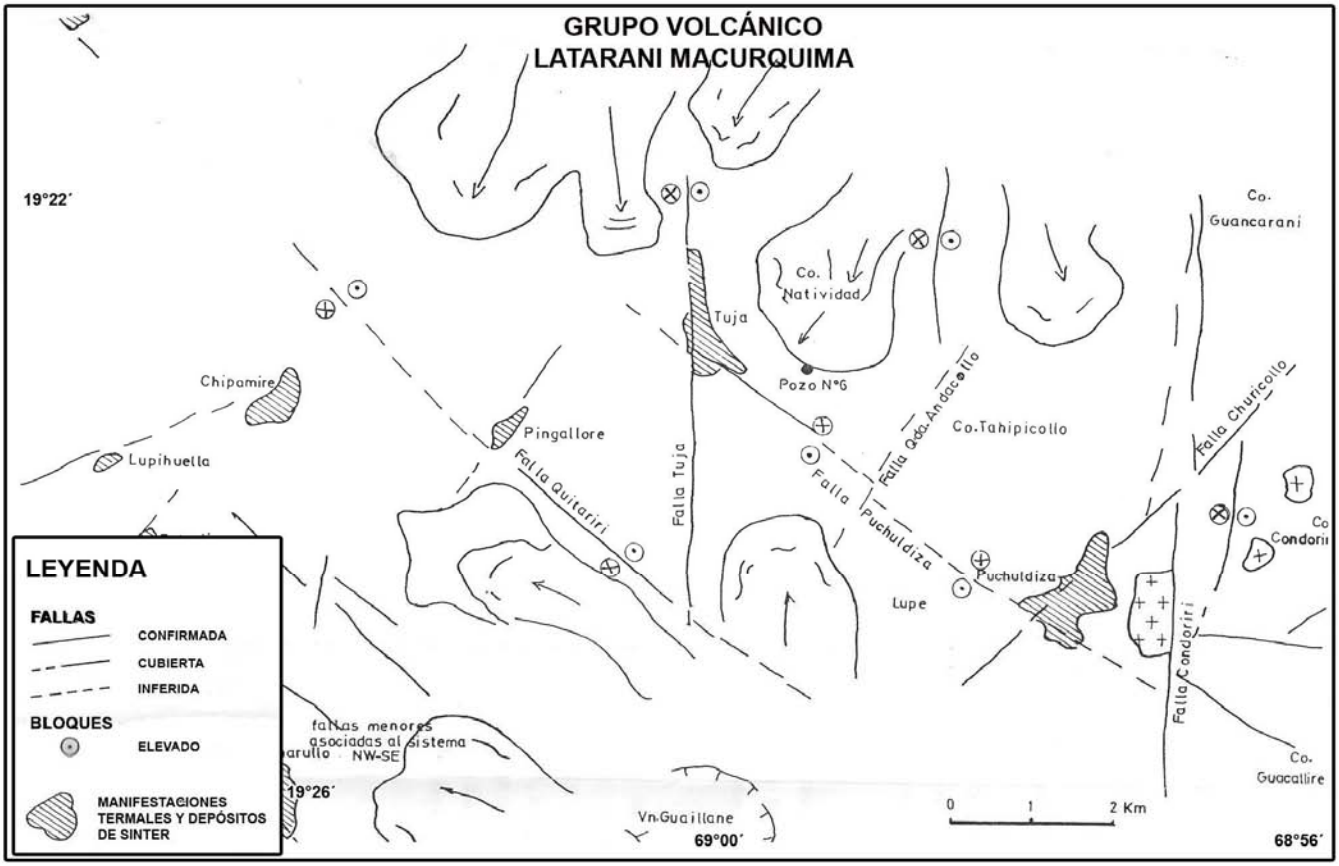
b. Fallas NW-SE

Este sistema está representado por la falla Puchuldiza (donde desciende el bloque NE), por la falla Quitariri y por una serie de fallas menores en las cercanías del cerro Tahipicollo.

c. Fallas NE-SW

Representado por las fallas Queñiza, Andacollo Churicollo y Charque. Los sistemas de falla NW y NE han producido movimientos tanto verticales como horizontales los que son posteriores a los NS.A lo largo de todas las fallas importantes hay manifestaciones hidrotermales superficiales tal como se muestra en la figura siguiente

Figura Nº 5-12 Principales estructuras reconocidas asociadas al área geotermal de Puchuldiza.



Fuente: Argandoña, 1984.

5.3.5 VOLCANISMO

A continuación se describe el vulcanismo del área del proyecto, con énfasis en el campo geotermal de Puchuldiza y sus manifestaciones termales.

Para un mejor entendimiento de las manifestaciones termales en el sector de Puchuldiza, previamente se entregan conceptos generales acerca de las fuentes termales y la formación de géiseres.

5.3.5.1 Fuentes Termales y Géiseres

Un géiser es un manantial caliente que descarga chorros de agua y vapor intermitentemente. Las descargas normalmente tienen un patrón de actividad regular y previsible siendo usuales descargas de unos pocos minutos cada hora.

La formación de géiseres requiere una hidrogeología favorable que existe sólo en algunas partes del planeta, por lo que son un fenómeno bastante extraño. En general, todos los sitios de donde existen campos de géiseres se ubican

cerca de centros volcánicos activos y el efecto de los géiseres se debe a la proximidad del magma bajo la superficie que calienta las aguas subterráneas.

La formación de un géiser requiere la combinación de tres factores geológicos que usualmente se encuentran en terrenos volcánicos:

- Calor intenso: aportado por una fuente magmática. Las presiones encontradas en las áreas donde el agua se calienta hace que el punto de ebullición sea más alto que en condiciones atmosféricas normales.

- Agua: El agua que es eyectada de un géiser debe viajar debajo de la tierra a través de fisuras presurizadas en la corteza de la tierra.

- Una red de conductos para el paso del agua: Esto incluye un reservorio que mantenga el agua mientras es calentada. La red de ductos ocupa fracturas, espacios porosos y eventualmente cavidades. Estrechamientos en el sistema de ductos son esenciales para el aumento de la presión antes de la erupción del géiser.

Los géiseres son estructuras geológicas temporales. La duración de la actividad eruptiva de un géiser es, a lo más, de unos pocos miles de años. Por otro lado, la actividad eruptiva de un géiser puede cambiar o cesar debido a la depositación de minerales dentro de los conductos subterráneos, intercambio de funciones con fuentes termales cercanas, por actividad sísmica o por intervención humana.

Las intensas fuerzas transitorias dentro de los géiseres son la principal razón de su rareza. Hay muchas zonas volcánicas en el planeta que tienen fuentes termales, ollas de barro (solfataras) y fumarolas, pero muy pocas tienen géiseres. Esto es debido a que en muchos lugares, incluso donde existen otras condiciones para la actividad de géiseres, las estructuras de rocas son débiles, y las erupciones erosionan los canales y destruyen rápidamente los géiseres.

Existen cerca de 1000 sitios con manifestaciones de géiseres alrededor del planeta; cerca de la mitad están ubicados en el Parque Nacional de Yellowstone, Estados Unidos.

La mayoría de los géiseres se forman en lugares donde hay rocas volcánicas silíceas (riolitas), las que se disuelven en agua caliente y forma depósitos minerales llamados sínter, aglomerados silíceos, o geiseritas, al interior de los sistemas de ductos. A través del tiempo, estos depósitos consolidan la roca firmemente, reforzando las paredes del canal y permitiéndole al géiser persistir.

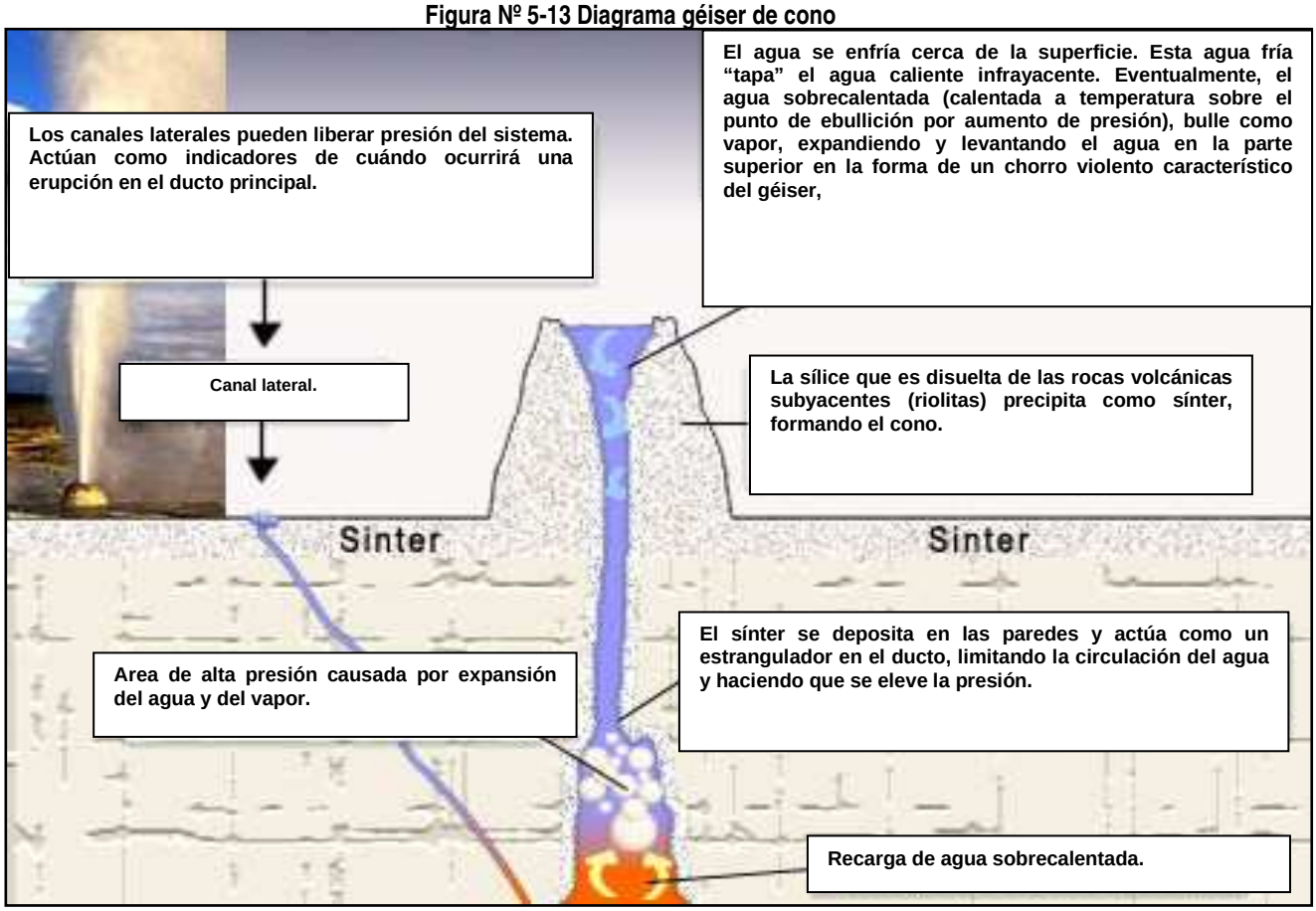
Los colores específicos de un géiser derivan del hecho de que a pesar de existir aparentes condiciones severas, a menudo se encuentra vida dentro de ellos en la forma de algas procariotas termofílicas. Algunas bacterias prefieren temperaturas superiores al punto de ebullición del agua. Las termófilas prefieren temperaturas entre 50 y 70 °C mientras que las hipertermófilas crecen en temperaturas tan elevadas como 80 o 110 °C.

Básicamente hay dos tipos de géiseres:

- géiseres de cono, que emanan de conos o montículos de aglomerados silíceos o sínter, habitualmente en chorros estables que duran desde unos pocos segundos a muchos minutos. En la Figura Nº 5-13 se presenta un corte de un géiser de cono.

- géiseres de fuente, que emanan de pozas de agua, típicamente en series de intensas, explosiones. Un diagrama mostrando este tipo de géiser se presenta en la Figura Nº 5-14.

Figura Nº 5-13 Diagrama géiser de cono



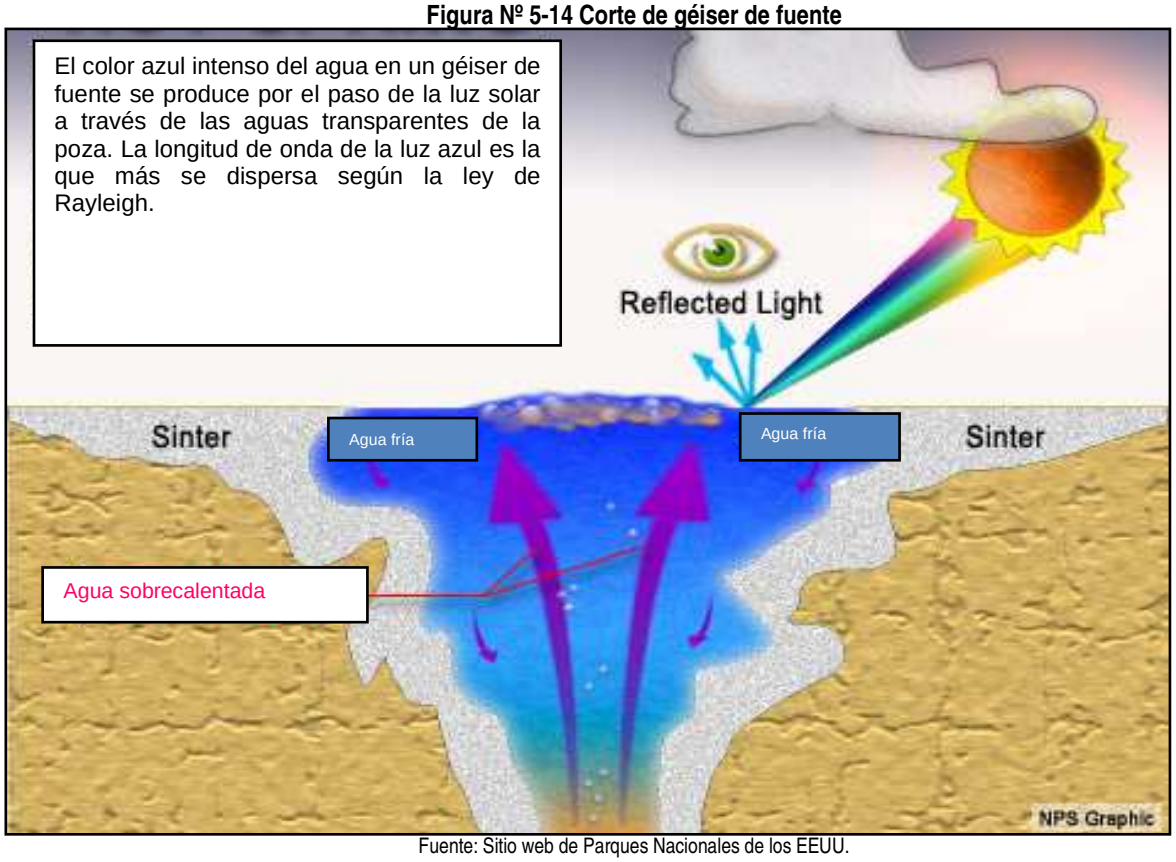
Fuente: Sitio web de Parques Nacionales de los EEUU.

Foto Nº 5-25 Géiser de cono extinto en Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nº 5-14 Corte de géiser de fuente



Fuente: Sitio web de Parques Nacionales de los EEUU.

Foto Nº 5-26 Géiser de fuente en Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

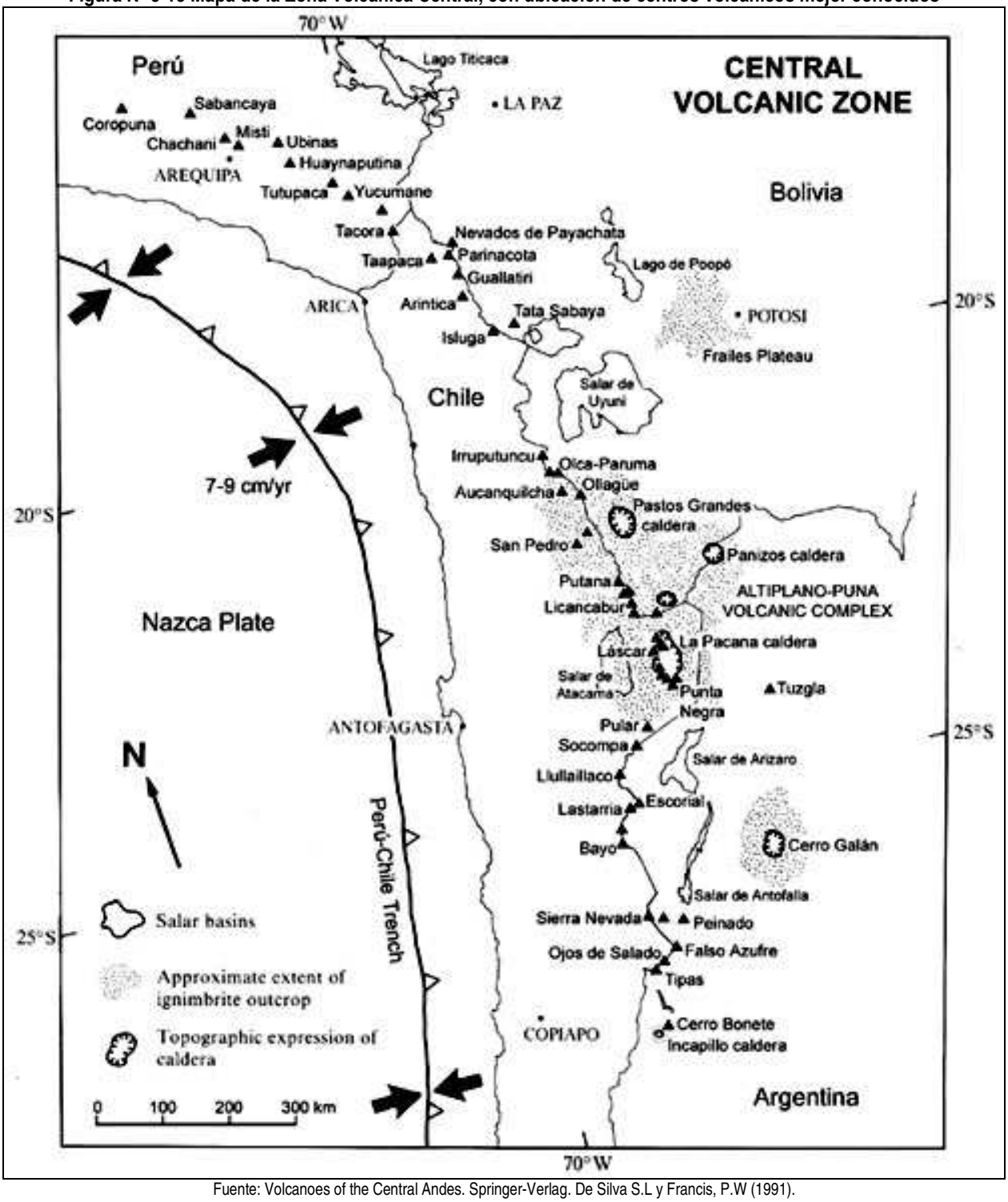
5.3.5.2 Vulcanismo Regional

El vulcanismo activo en los Andes, está distribuido en tres segmentos a lo largo de Sudamérica: Zona Volcánica de los Andes del Norte, Zona Volcánica de los Andes Centrales y Zona Volcánica de los Andes Australes. El área de Puchuldiza se encuentra dentro de la Zona Volcánica Central.

La actividad volcánica se halla ligada al proceso de subducción de la placa de Nazca debajo de la placa de Sudamérica (volcanismo de margen continental activo). Este proceso se inició durante el Triásico, con la formación de un arco volcánico a lo largo de la Cordillera Occidental. Posteriormente, durante el Eoceno tuvo lugar una intensa actividad volcánica, debido a la subducción normal.

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.

Figura Nº 5-15 Mapa de la Zona Volcánica Central, con ubicación de centros volcánicos mejor conocidos



Fuente: Volcanoes of the Central Andes. Springer-Verlag. De Silva S.L y Francis, P.W (1991).

En el área del proyecto se reconocen estratovolcanes extintos, del Plio-Pleistoceno: Volcán Guaillane y Complejo Latarani-Macurquima al sur y norte, respectivamente. Actividad volcánica reciente de 0,9 ± 0,3 Ma ha sido determinada en una lava domo de composición dacítica de la cumbre del volcán Latarani (K-Ar, biotita). Ésta corresponde a la edad más joven obtenida para este complejo volcánico y sugiere la posible existencia de cuerpos subvolcánicos que aportarían calor relicto al sistema geotérmico actual.

5.3.5.3 Manifestaciones Termales de Puchuldiza

Las manifestaciones termales de Puchuldiza se agrupan mayoritariamente en un área de 500 por 800 metros, ocupada por depósitos cuaternarios de sínter 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 ºC y un máximo de 86 ºC, 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: géiseres de fuente activos, géiseres de cono extintos, pozas y fumarolas; además, se encontró un ducto que parece haber correspondido a una poza de barro.

La revisión detallada del área, a escala 1:2.000, apoyada sobre una imagen Google Earth, permitió identificar un total de treinta y siete puntos de emanaciones, que representan las principales manifestaciones del área. En el **Anexo 5.3.4 –B,** se presenta una descripción de estas 37 fuentes termales. En este inventario se incluyen tres sondajes de exploración con emanaciones de agua. Los puntos fueron seleccionados por uno o varios rasgos destacables, entre ellos: presencia de ebullición de agua y/o gases, tamaño y forma. Los 37 puntos permiten de esta manera un monitoreo futuro de las condiciones de las emanaciones más destacables. En la Cartografía 11 “Geología de Detalle Fuentes Termales” a escala 1:2.000 se muestra la ubicación de estos puntos de fuentes termales. Cabe mencionar que con anterioridad se había efectuado un catastro de las fuentes termales, identificándose varios puntos en el área de Puchuldiza.

De los 37 puntos seleccionados, destacan los siguientes:

- Punto PU-15, que corresponde a una emanación artificial de agua provocada por un sondaje de exploración vertical. La emanación consiste en un chorro permanente de unos 4 metros de alto, aproximadamente. En invierno, el vapor de la emanación se congela, dando lugar a formas caprichosas. Este punto se ha convertido en el de mayor interés turístico, debido a que genera la columna de agua de mayor altura en el campo geotérmico. El punto PU-17 también es un géiser artificial de un sondaje inclinado, que presentaba emanación en diciembre pero que en enero estaba seco. El punto PU-13 es otro sondaje que presenta humedad en su entorno y sugiere que tiene emanación, pero que no pudo ser observado al momento de la visita (posible emanación de madrugada).

- Puntos PU-1, PU-4 y PU-16: Corresponden a géiseres de fuente de gran tamaño, superior a 2 m de diámetro. Los tres se encuentran acordonados. El punto PU-16 se encuentra seco.

- PU-8: consiste en dos ductos conectados que tienen ebulliciones alternadas. Uno de ellos genera el géiser de mayor altura, de hasta 3 m de alto.

- PU-32: Poza de gran diámetro y llamativa por el intenso color índigo del agua.

En 11 de estas fuentes se tomaron muestras de agua para análisis químico. En el acápite 5.3.9.3 se entregan los resultados de los análisis.

Un hecho destacable es que los géiseres activos del campo de Puchuldiza son únicamente del tipo géiser de fuente. Sin embargo existen claras evidencias que en el pasado reciente el campo tuvo mayor actividad encontrándose numerosos relictos de géiseres de cono de gran tamaño, llegando a formar edificios de sobre 20 m de diámetro.

Las fuentes termales han desarrollado abundantes depósitos de sínter. De esta manera, se ha formado una terraza de superficie horizontal que se eleva sobre el lecho del estero Puchuldiza y que alcanza un alto máximo de alrededor de 20 m. En esta terraza es posible distinguir sectores de sínter antiguo, de color rosado a anaranjado y sínter más reciente, de colores blanquecinos.

Otro aspecto llamativo de las fuentes termales es que existe un claro control estructural de los puntos de emanación. En efecto, en varios sectores se reconocen pozas que están alineadas a lo largo de una fractura. Gran parte de estas fracturas presentan orientación N20ºE a N40ºE.

5.3.6 SUELOS

5.3.6.1 Características Generales del Área.

El área en estudio está ubicada dentro de la comuna de Colchane, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá. Posee de extensión aproximada de 2.890 hectáreas, localizadas en medio de un área montañosa, surcada por una multiplicidad de pequeñas quebradas que convergen en su gran mayoría al cauce del estero Puchuldiza.

Fisiográfica y climáticamente, el área en estudio puede ser clasificada como Estepa de Altura. Esta denominación se verifica en una zona determinada por el entorno sur del estero Puchuldiza, cuyo paisaje se caracteriza por lomajes de relieve plano, con pendientes que van de 0 a 15%, abarcando una superficie superior a las 1.000 hectáreas.

Los sitios denominados Baños de Puchuldiza y Rinconada de Lupe, que representan gran parte de esos lomajes, se encuentran completamente circundados por pendientes superiores al 30%, determinadas por la presencia de los cerros Puchuldiza, Churicollo, Guaillane y Pollojeri, lo que genera un paisaje con gradientes de altura que van desde los 4.000 a los 4.400 m.s.n.m.

Las zonas de lomaje con relieve plano presentes en el área en estudio, se originan a partir de flujos de lava y rellenos de cenizas volcánicas Andesíticas cuaternarias (Pleistoceno).

Los suelos del área corresponden mayoritariamente a Leptosoles (antes clasificados como Litosoles en la clasificación FAO/UNESCO). Normalmente están asociados a mayores pendientes, por lo tanto son mayoritariamente coluviales. Por definición, estos suelos están muy influenciados por la roca madre sobre la que se forman. El criterio de clasificación utilizado en el presente informe, los definió como el conjunto de suelos con pendientes superiores al 15%, excluida las áreas de depósitos de Sínter y los bofedales.

El otro tipo de suelo predominante en el área, es de de los Regosoles, normalmente asociados a depósitos aluvionales muy recientes, originados principalmente de arenizcas. El criterio de clasificación los definió como el

conjunto de suelos con pendientes inferiores al 15%, excluida las áreas de depósitos de Sínter y los bofedales. Estos suelos, están sometidos a constante erosión eólica, lo que produce la progresiva aglomeración de areniscas coluviales, conformando una capa de suelo endurecida tipificada como "pavimento del desierto".

En ambos casos la ausencia de horizontes es consistente. Dicha ausencia es explicada por dos razones: Por un lado, el origen coluvial de los Leptosoles, en los que sucesivos derrumbes impiden la acción prolongada del clima sobre el material originario. Por otro lado, el efecto general de las bajas temperaturas predominantes en el área, que actúan reduciendo la velocidad de todos los procesos biológicos a nivel de suelo.

Los suelos de fondos de quebradas, áreas depresionales y riberas del estero Puchuldiza, pueden ser clasificados como Histosoles. En ellos es posible identificar horizontes Úmbricos y Móllicos, caracterizados por altos niveles de materia orgánica. Esta mayor acumulación de materia orgánica, tiene relación nuevamente con las bajas temperaturas imperantes, que limitan fuertemente su descomposición. De hecho, la relación existente entre clima dominante en el área, correspondiente a Estepa de Altura, definido según el documento "Climas de Chile según: Koeppen, W.; Thornthwaite W. y De Martone, E.", de la Dirección Meteorológica de Chile, sumadas a la salinidad e hidromorfismo presentes, determinan la extensión y dinámica de los Bofedales dentro del área en estudio.

Otra de las formaciones presentes características del área en estudio, son las depositaciones de Sínter. Son zonas de material cementado blanquecino, localizadas normalmente en zonas aledañas a manifestaciones geotermales.

5.3.6.2 Características de los Suelos

Para describir las principales características de los suelos del área en estudio, además de la revisión de la información contenida en anteriores estudios realizados en la zona, se excavaron 3 calicatas de profundidades variables (70 a 100cm). Adicionalmente, se analizó un perfil de suelo expuesto de aproximadamente 60 cm de profundidad, correspondiente a una calicata construida con anterioridad a la prospección de terreno del presente estudio. La calicata está ubicada en la zona denominada "Baños de Puchuldiza", conformados por depósitos de Sinter, los que se asocian a las manifestaciones geotermales del lugar. Finalmente, se analizaron otros 2 perfiles de suelo expuestos a profundidades variables (100 a 150cm), originados en la ribera del Estero Puchuldiza y en una de las paredes generadas por erosión fluvial de fondo de quebrada. Este último perfil se encontraba fuera del área de estudio. La ubicación de los puntos de muestreo de suelo, se indica en la siguiente tabla.

Tabla Nº 5-7 Estaciones de muestreo y descripción de perfiles de suelo

PERFILES DE SUELO ANALIZADOS	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)*	ALTITUD (M.S.N.M)	ESTUDIO
1	Ribera Estero Puchuldiza Zona Deposito Sinter	504.459 E - 7.854.189 N	4.214	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos
2	Ladera Cerro Puchuldiza	504.462 E - 7.854.205 N	4.215	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos
3	Calicata Existente Zona Depósito Sinter	504.333 E - 7.853.639 N	4.222	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos
4	Exterior Limite Noroeste Fin de Camino	499.608 E - 7.855.963 N	4.095	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos

PERFILES DE SUELO ANALIZADOS	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)*	ALTITUD (M.S.N.M)	ESTUDIO
5	Límite Norte Ladera de Cerro	501.225 E - 7.855.417 N	4.125	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos
6	Área Central Ladera de Cerro Puchuldiza	503.417 E - 7.854.003 N	4.210	Caracterización de Suelos y Zonificación de Uso de Suelos

Fuente: Elaboración propia. * Datum WGS 84, Huso 19s.

a. Estación de Muestreo 1

Localización: 504.459 E - 7.854.189 N

La Estación de Muestreo 1 está ubicada en la ribera sur del estero Puchuldiza, en posición plana (pendiente inferior a 5%). El perfil queda expuesto gracias a la erosión que provoca el cauce del estero.

Foto Nº 5-27 Ribera Sur Estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Este punto de muestreo, representa un área de depósitos de Sínter, asociados a las manifestaciones geotérmicas de la zona. El Sinter es una caliza de agua dulce, formada por precipitación de CaCO3, en las riberas y entorno de manantiales en los que sus aguas están sometidas a fuertes cambios de temperatura y presión. Otras fuentes consultadas, informan que el Sinter también puede originarse producto de concentraciones de sílice y boratos que tienen su origen en la actividad hidrotermal. Las aguas termales, cargadas de sílice, boratos y eventualmente carbonatos, poco a poco firman costras de sílice, formando depósitos de Sinter que dan la apariencia de rocas

antiguas. El Sinter se forma durante el proceso de petrificación de las borateras, formando estratos muy duros de color marrón claro.

Sobre los depósitos de Sinter es posible encontrar pedregosidad superficial en forma de grava y rocas de hasta 10cm de diámetro. Este material superficial, sometido a erosión eólica en forma continua, se aglomera de manera característica en una capa denominada "pavimento del desierto".

De la observación del perfil expuesto fue posible verificar el color blanquecino característico del Sinter, su extrema dureza y su condición de impermeabilidad. No tiene características de suelo, por lo que no se hace una descripción del pedón correspondiente.

Clasificación de la unidad

Estación de Muestreo 1	Corresponde a un horizonte cementado, presumiblemente de origen Calcáreo, asociado específicamente a manifestaciones geotermales. Presente una cubierta superficial gravosa (gravas gruesas), topografía plana, con pendientes plana (inferiores al 5 %), rasgos de erosión eólica muy severa, que impiden o limitan el desarrollo se suelo sobre la estrata mineral de Sinter. Estrata impermeable de 30 a 50 cm espesor. Cobertura gravosa muy delgada. Se clasifica en: Capacidad de Uso : VIII – s 8 (Hardpan) Clase de Drenaje : 1 (estrata impermeable) Categoría de Riego : 6 Aptitud Agrícola o Forestal : 8 Erosión Actual : 4

b. Estación de Muestreo 2

Localización: 504.462 E - 7.854.205 N

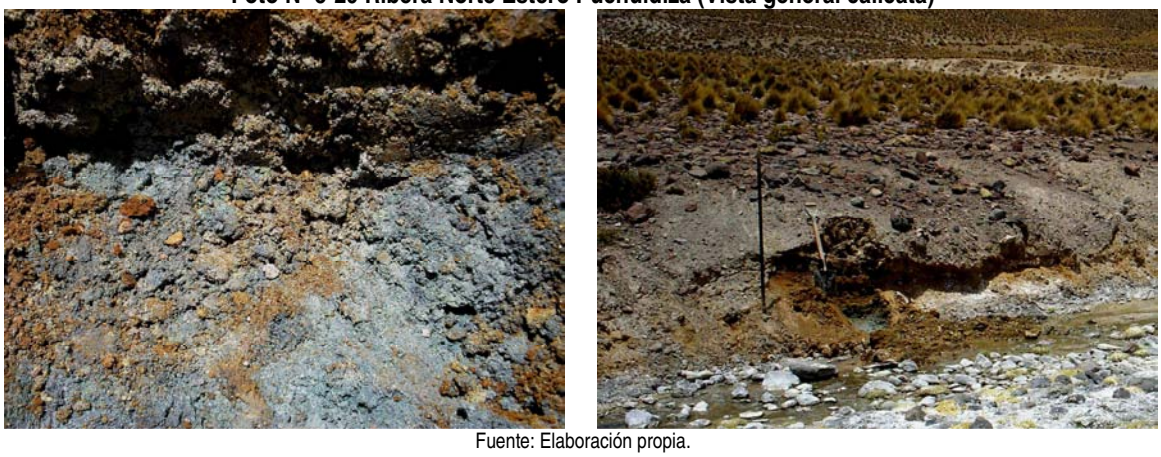
Calicata ubicada en la ribera norte del Estero Puchuldiza, en posición de lomaje con pedregosidad superficial de hasta 30 cm de diámetro, ocupando un 50% del área adyacente a la calicata. Presencia de grava superficial abundante, con un tamaño dominante de 1 cm de diámetro. Material suelto no aglomerado.

Foto Nº 5-28 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Detalle de horizontes supriores)



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-29 Ribera Norte Estero Puchuldiza (Vista general calicata)



Fuente: Elaboración propia.

La superficie del suelo está cubierta principalmente por “Paja brava” (Festuca orthophylla). La ausencia de “Tola” indica que el suelo tiene mínima retención de humedad, asociada a un alto contenido de grava. Suelo aluvial reciente. El horizonte A está ausente del perfil.

Tabla Nº 5-8 Características morfológicas del Pedón

PROF. (CM)	CARACTERÍSTICAS
0 – 30 B	Gris amarillento (10YR 8/3) en seco; gravoso muy grueso; estructura masiva o de grano simple; no plástico, no adhesivo; compactado - endurecido; raíces muy finas y finas escasas a ocasionales; porosidad escasa; límite lineal, claro.
30 – 65 2C1	Pardo claro (2,5YR 7/4) en seco; arcillo gravoso grueso; estructura masiva o de grano simple; no plástico, ligeramente adhesivo; compactado; raíces muy escasa; poros finos, escasos; fragmentos gruesos principalmente frescos, angulares y subredondeados, de hasta 2 cm de diámetro, que ocupan un 15% del volumen del horizonte; grava y gravilla abundante; límite lineal, abrupto.
65 - 80 2C2	Pardo amarillento oscuro (2,5YR 5/6) en húmedo; gravoso a arcillo arenoso grueso; masivo que tiende a estructura de bloques subangulares medios, muy débiles; ligeramente plástico, no adhesivo; semicompactado; poros finos y medios; grava y gravilla abundante; límite lineal, claro. Pedregosidad ligera.
80 – 120 2C2	Amarillo (10YR 6/8) en seco; gravoso a arcillo francoso; no plástico, no adhesivo; suelto; raíces ausentes muy finas muy ocasionales; porosidad escasa, vacíos abundantes; gravilla abundante; límite lineal, abrupto. Pedregosidad media. Presencia de moteados oscuros evidenciando problemas de drenaje.
120 - 150 2C3	Gris azulado (Gley1 7/5GY) en húmedo; arcillo arenoso; estructura masiva; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces ausentes; porosidad escasa; gravilla abundante. El nivel de agua freática marca un horizonte gley, donde procesos de reducción-oxidación del hierro (Fe++) y manganeso (Mn++) producen la aparición de moteados

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de la unidad

Estación de muestreo 2

Corresponde a la Fase de clase textural superficial gravoso a arenoso muy grueso, topografía moderadamente plana, con pendientes de bajo el 15 %, rasgos de erosión eólica muy severa, bien drenados. Presencia de Gley indicando condiciones de reducción-oxidación, y niveles de anegamiento prolongado. En este caso, esto último se asocia a la cercanía con el estero Puchuldiza. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : VII w
Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego : 6
Aptitud Agrícola y Forestal : 6
Erosión Actual : 4

c. Estación de muestreo 3

Localización: 504.333 E - 7.853.639 N.

Calicata ubicada en medio de depósitos de Sínter. Área de relieve muy plano, cuya pendiente es inferior a 5%. La zona presenta abundante grava en superficie cuyo tamaño dominante no supera los 0,5cm. La pedregosidad superficial es inferior al 10% en el área adyacente a la calicata. Muy escasa vegetación en la zona adyacente a la calicata.
No se describe el pedón porque no hay desarrollo de suelo en el área. El sector de depósitos de Sínter, puede ser descrita como una estrata completamente cementada.

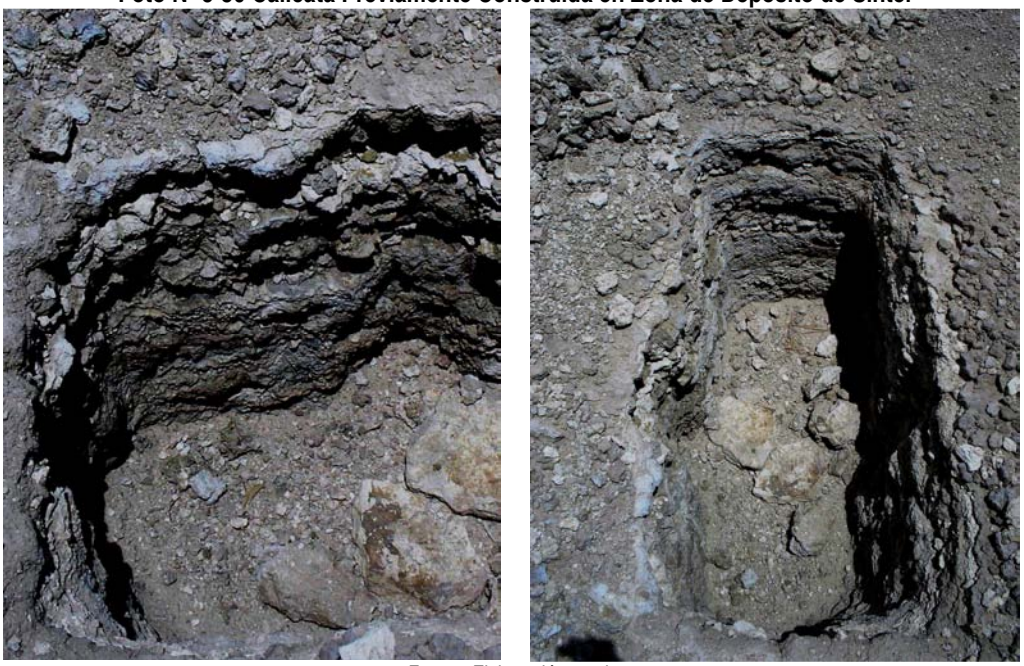
Clasificación de la unidad

Estación de muestreo 3

Corresponde a la Fase de clase textural superficial gravoso a arenoso muy grueso, muy delgado, topografía suavemente ondulada, con pendientes de 5 a 8 %, rasgos de erosión eólica muy severa, bien drenados. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : VIII – s 8 (Hardpan)
Clase de Drenaje : 1 (estrata impermeable)
Categoría de Riego : 6
Aptitud Agrícola o Forestal : 8
Erosión Actual : 4

Foto Nº 5-30 Calicata Previamente Construida en Zona de Depósito de Sínter



Fuente: Elaboración propia.

d. Estación de Muestreo 4

Localización: 499.608 E - 7.855.963 N.

Perfil de suelo expuesto ubicado en una de las riberas de un fondo de quebrada. A pesar de estar fuera del área en estudio, se consideró relevante analizar el perfil de suelo, por ser los fondos de quebradas, áreas de desarrollo prolífico de "Tolar" y por lo tanto lugar de pastoreo de llamas en tiempo de invierno. El paisaje es montañoso, con pendientes superiores al 30%, excepto por el fondo mismo de la quebrada que es plano con un ancho aproximado de 20 metros, con un surco de erosión fluvial central de 2 a 4 metros de ancho, que marca el paso de agua durante la ocurrencia de lluvias. El suelo es aluvional, lo que le permite adquirir una profundidad y una retención de agua suficiente para el desarrollo de la comunidad vegetal de "Tolar", con Parastrephia lucida como especie dominante, en contraposición de las laderas de cerros circundantes en los que el paisaje es dominado por la especie "Paja brava" (Festuca orthophylla). Existen muy pocos afloramientos rocosos en el área adyacente a la calicata (menos del 5% de la superficie). La pedregosidad superficial, de hasta 5 cm de diámetro, ocupa un 5% del área adyacente a la calicata. Presencia de grava y arenizca superficial fina, con un tamaño dominante de 0,5 cm de diámetro.

Tabla Nº 5-9 Características morfológicas del Pedón

PROF. (CM)	CARACTERÍSTICAS
0 – 5 A1	Pardo (2,5YR 6/2) en seco; franco arenoso muy fino; muy delgado producto del poco desarrollo del suelo; estructura de bloques subangulares, finos muy débiles; no plástico, no adhesivo; semicompactado; raíces medias de Parastrephia lucida abundantes, hábito horizontal; porosidad media; límite lineal difuso.
5 – 30 B	Pardo claro (2,5YR 7/2) en seco; arcillo arenoso fino; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles; no plástico, no adhesivo; compactado; raíces medias, ocasionales; poros finos y medios escasos; límite lineal gradual.
30 – 80 2C1	Pardo Claro (2,5YR 8/2) en seco; arcillo arenoso muy fino; masivo, grano simple, fuertemente compactado; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; compactado; raíces muy finas muy ocasionales; poros finos, muy ocasionales; gravilla ocasional; límite lineal difuso.
80 – 120 2C2	Parco muy Claro (5Y 8/1) en seco; gravoso; masivo; no plástico, no adhesivo; compactado; horizonte oxidado oscuro indicando condiciones de impermeabilidad del horizonte; raíces muy finas muy ocasionales; porosidad muy escasa; gravilla abundante; límite lineal, abrupto.

Fuente: Elaboración propia.

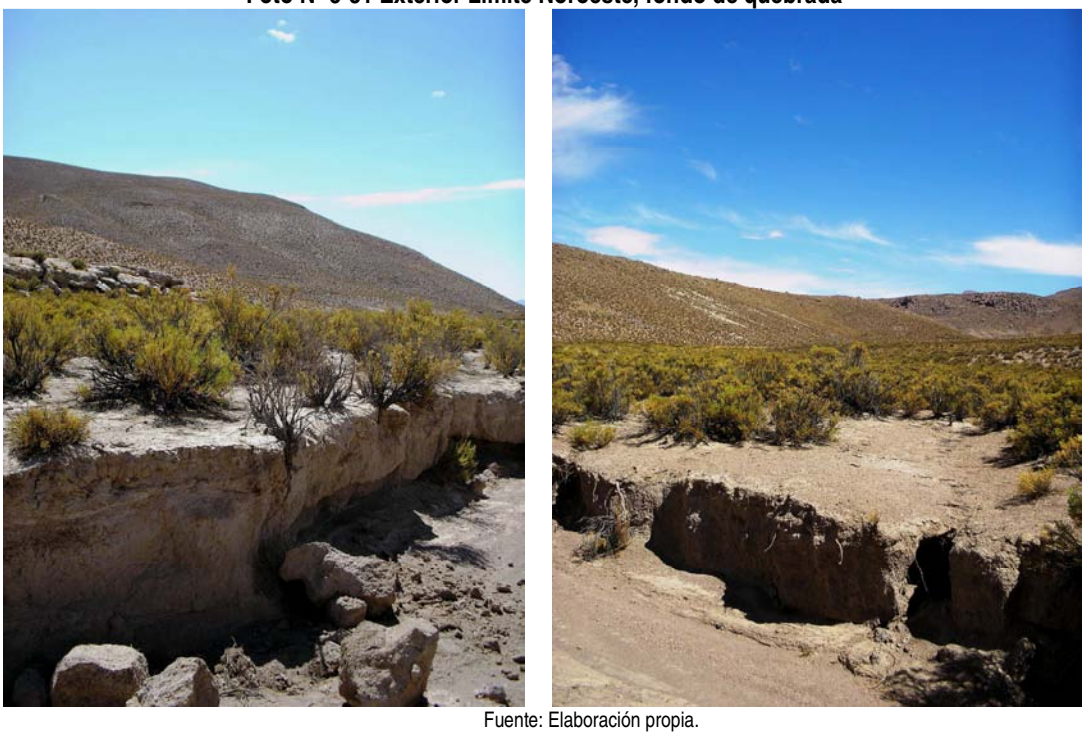
Clasificación de la unidad

Estación de muestreo 4

Corresponde a la Fase de clase textural arcillo arenoso muy fino, muy delgado, topografía suavemente ondulada, en el fondo de la quebrada menos del 5%), con pendientes circundantes dominantes por sobre el 30%. Sometido a procesos erosivos aluvionales, marcados por cortes rectos en las riberas del lecho seco de fondo de quebrada. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : VI - e
Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego : 6
Aptitud Agrícola o Forestal : 6
Erosión Actual : 3

Foto Nº 5-31 Exterior Límite Noroeste, fondo de quebrada



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-32 Exterior Límite Noreste, vistas del fondo de quebrada, detalle de Tolar



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-33 Exterior Límite Noreste, detalle perfil de suelo



Fuente: Elaboración propia.

e. Estación de Muestreo 5

Localización: 501.225 E - 7.855.417 N.

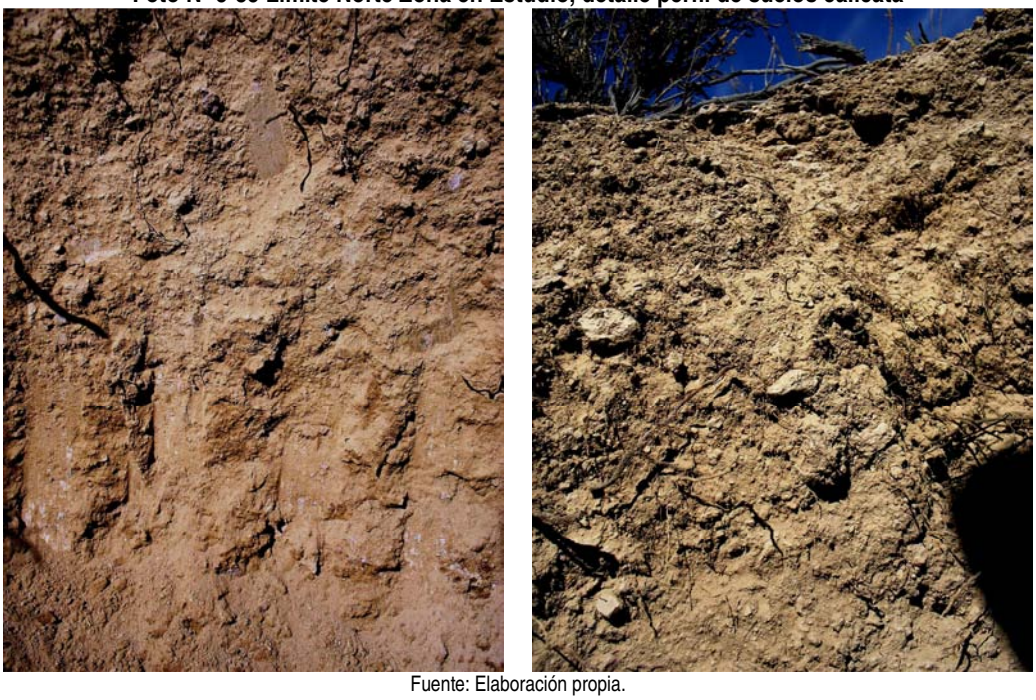
Calicata ubicada en posición de lomaje, sin ocurrencia de afloramientos rocosos en el área adyacente a la calicata. Pedregosidad superficial de hasta 10 cm de diámetro, que ocupa un 20% del área adyacente a la calicata. Presencia de grava superficial media, con un tamaño dominante de 2 cm de diámetro. En el área se desarrolla "Tolar", lo que se traduce como suelos con mayor profundidad y retención de humedad.

Foto Nº 5-34 Límite Norte Zona en Estudio, vista excavación calicata – detalle perfil de suelos calicata



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-35 Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata



Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-10 Características morfológicas del Pedón

PROF. (CM)	CARACTERÍSTICAS
0 – 5 A1	Pardo (2,5YR 5/1) en seco; franco arenoso muy fino; muy delgado producto del poco desarrollo del suelo; estructura de bloques subangulares medios; no plástico, ligeramente adhesivo; suelto a friable; raíces medias de Parastrephia lucida abundantes, hábito horizontal; porosidad media; límite lineal difuso.
5 – 30 B	Pardo claro (2,5YR 8/1) en seco; franco arcillo arenoso muy fino; estructura de bloques subangulares muy finos, débiles tendientes a estructura masiva de grano simple característico de suelos poco desarrollados; no plástico, no adhesivo; muy suelto y suave; raíces finas y medias, frecuentes a ocasionales; poros finos y medios, escasos; límite lineal difuso.
30 – 75 2C1	Pardo (2,5YR 6/1) en seco; franco arcillo arenoso muy fino; estructura de bloques subangulares medios, muy débiles; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable; semi compactado; raíces ocasionales, medias y finas; poros finos, medios; límite lineal difuso.
75 – 100 2C2	Pardo claro (2,5YR 8/1) en seco; franco arcillo arenoso muy fino; estructura de bloques subangulares muy débiles; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable; semi compactado; raíces muy ocasionales, finas; poros finos; límite lineal difuso.
100 – 120	Pardo (5R 5/3) en seco; gravoso a arenoso grueso; compactado, grano simple; no plástico, no adhesivo; firme y duro; porosidad escasa, gravilla común. Marcas de oxidación (moteados), indicado endurecimientos y horizontes impermeabilizados.

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de la unidad

Corresponde a la Fase de clase textural franco arcillo arenoso muy fino, profundidad media, topografía ondulada, en pendientes obre el 15%. Suelo coluvial en ladera de cerro. Se clasifica en:

Estación de muestreo 5

Capacidad de Uso : VIII - s
Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego : 6
Aptitud Agrícola o Forestal : 6
Erosión Actual : 3

f. Estación de Muestreo 6

Localización: 503.417 E - 7.854.003 N.

Calicata ubicada en posición de lomaje, con afloramientos rocosos de tamaño medio de 40cm, que cubren el 20% del área adyacente a la calicata. Pedregosidad superficial de hasta 10 cm de diámetro, que ocupa un 30% del área adyacente a la calicata. Presencia de grava superficial media, con un tamaño dominante de 2 cm de diámetro. En el área se desarrolla principalmente "Paja brava", lo que se traduce indicador de suelos de menor profundidad y menor capacidad de retención de humedad.

Foto Nº 5-36 Área central ladera Cerro Puchuldiza, vista excavación y detalle calicata



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-37 Área Límite Norte Zona en Estudio, detalle perfil de suelos calicata



Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 5-11 Características morfológicas del Pedón

PROF. (CM)	CARACTERÍSTICAS
0 – 30 A1	Pardo (Y 5/1) en seco; franco arenoso fino; estructura de bloques subangulares medios a muy finos; no plástico, no adhesivo; friable; raíces abundante de Festuca orthophylla, muy ramificadas; porosidad media; límite lineal claro.
30 – 75 B	Pardo amarillento (5Y 6/3) en seco; gravosa a arcillo arenoso grueso; suelo coluvial; estructura de bloques subangulares finos, débiles tendientes a estructura masiva de grano simple característico de suelos poco desarrollados; no plástico, no adhesivo; muy suelto y suave; raíces finas y medias, frecuentes a ocasionales; poros finos y medios, escasos; límite lineal difuso. La estrata presenta abundante pedregosidad angular de acumulaciones recientes.
75 - 120 Cs	Pardo (5YR 6/4) en seco; gravosa a arcillo arenoso grueso; estructura de bloques subangulares medios, muy débiles; no plástico, no adhesivo; friable; compactado; raíces muy ocasionales; poros finos; límite lineal difuso.

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de la unidad

Corresponde a la Fase de clase textural arcillo arenoso grueso, profundidad baja, topografía ondulada, en pendientes obre el 30%. Suelo coluvial en ladera de cerro. Se

Estación de muestreo 6 clasifica en:

Capacidad de Uso : VIII - s
Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego : 6
Aptitud Agrícola o Forestal : 6
Erosión Actual : 3

5.3.6.3 Características y Capacidades de Uso de Bofedales (Histosoles)

Si bien en los bofedales no se realizaron calicatas, existe extensa documentación que se refiere a sus características edáficas. Los suelos de bofedales están clasificados como Histosoles (Castellaro et al., 2004). Su perfil edáfico está constituido por una masa fibrosa de plantas herbáceas vivas y muertas, estas últimas en diferentes grados de descomposición (Troncoso, 1983). El contenido de materia orgánica es alto, con una baja tasa de descomposición, debido al régimen de bajas temperaturas y congelamiento durante el período invernal. No obstante, los procesos de descomposición aumentan con la profundidad, con una importante producción de SO2.

Cuando las condiciones de reducción son permanentes, se desarrolla en el subsuelo un horizonte “gley”, con colores característicos. De hecho, en una de las riberas del estero Puchuldiza, se identificó Gley en el perfil de una de las calicatas excavadas. La profundidad de este perfil fibroso varía desde algunos decímetros, hasta 4 ó 5 m; la turba que lo compone está asociada a material mineral, generalmente ceniza volcánica. Estas profundidades han sido descritas para los bofedales del Parque Nacional Volcán Isluga, muy cercanos a la zona en estudio (CONAF, 1998).

Normalmente los bofedales están saturados durante la mayor parte del año y son alimentados por vertientes que aportan sales solubles provenientes de las cenizas volcánicas o de la intemperización de rocas volcánicas. En el caso del área en estudio, la lava es de origen Andesítico. Estas vertientes también permiten la oxigenación del perfil. Análisis de perfiles de suelo en Parinacota, mostraron que en los horizontes orgánicos de bofedales, el pH varía entre 5,6 y 8,6. Sin embargo, para los horizontes minerales el rango de variación es más amplio, entre 4,1 y 9,2 Troncoso, 1983). En general, el estudio plantea que los suelos de bofedal, presentan alta conductividad eléctrica y baja capacidad de intercambio catiónico, lo que indicaría una alta presencia de sales solubles y una baja fertilidad potencial, respectivamente.

En la cartografía desarrollada para este estudio, se muestran los bofedales, como Histosoles. En base a su pendiente, características de perfil y uso actual, como base de la alimentación de primavera y verano de los rebaños de llamas de la zona, los histosoles del área de estudio han sido clasificados de la siguiente manera:

Clasificación de la unidad

Corresponde a la Fase de clase textural arcillo arenoso grueso, profundidad baja, topografía ondulada, en pendientes obre el 30%. Suelo coluvial en ladera de cerro. Se clasifica en:

Estación de muestreo 6

Capacidad de Uso : VI - w
Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego : 4
Aptitud Agrícola o Forestal : 5
Erosión Actual : 2

Foto Nº 5-38 Vista General de áreas de bofedales



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-39 Vista General de áreas de bofedales



Fuente: Elaboración propia.

5.3.7 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.

La zona de interés se encuentra ubicada en la cuenca del estero Puchuldiza, afluente de la Quebrada de Aroma. En este sentido se realizará una descripción de las características hidrográficas y condiciones hidrológicas de las cuencas involucradas con el proyecto.

La Quebrada de Aroma es un cauce endorreico que nace en la cordillera de Los Andes, con curso ondulante en dirección al poniente cruza el Parque Nacional Volcán Isluga, para luego, con dirección sur-poniente, desaparecer por completo en la Pampa del Tamarugal.

En **Anexo 5.3.7 –A** se adjunta in extenso los antecedentes, cálculos y resultados del estudio hidrológico

5.3.7.1 Objetivos

El objetivo de este estudio hidrológico es definir el área de influencia del proyecto en su componente hidrológica y realizar una descripción detallada de la red hidrográfica y una completa caracterización de las cuencas, determinando las condiciones hidrológicas en términos de precipitaciones en la zona y su variación espacial y la escorrentía superficial que puede generarse en los cauces más relevantes en el área de emplazamiento del proyecto (crecidas máximas, sequías, promedios mensuales y caudales medios anuales), incluyendo un análisis de frecuencias de los eventos extremos relevantes (crecidas que puedan impactar las obras o infraestructura, o sequías que signifiquen problemas de disponibilidad del recurso), y la definición de los aportes para una probabilidad de excedencia 85%, en los puntos de interés.

5.3.7.2 Alcances

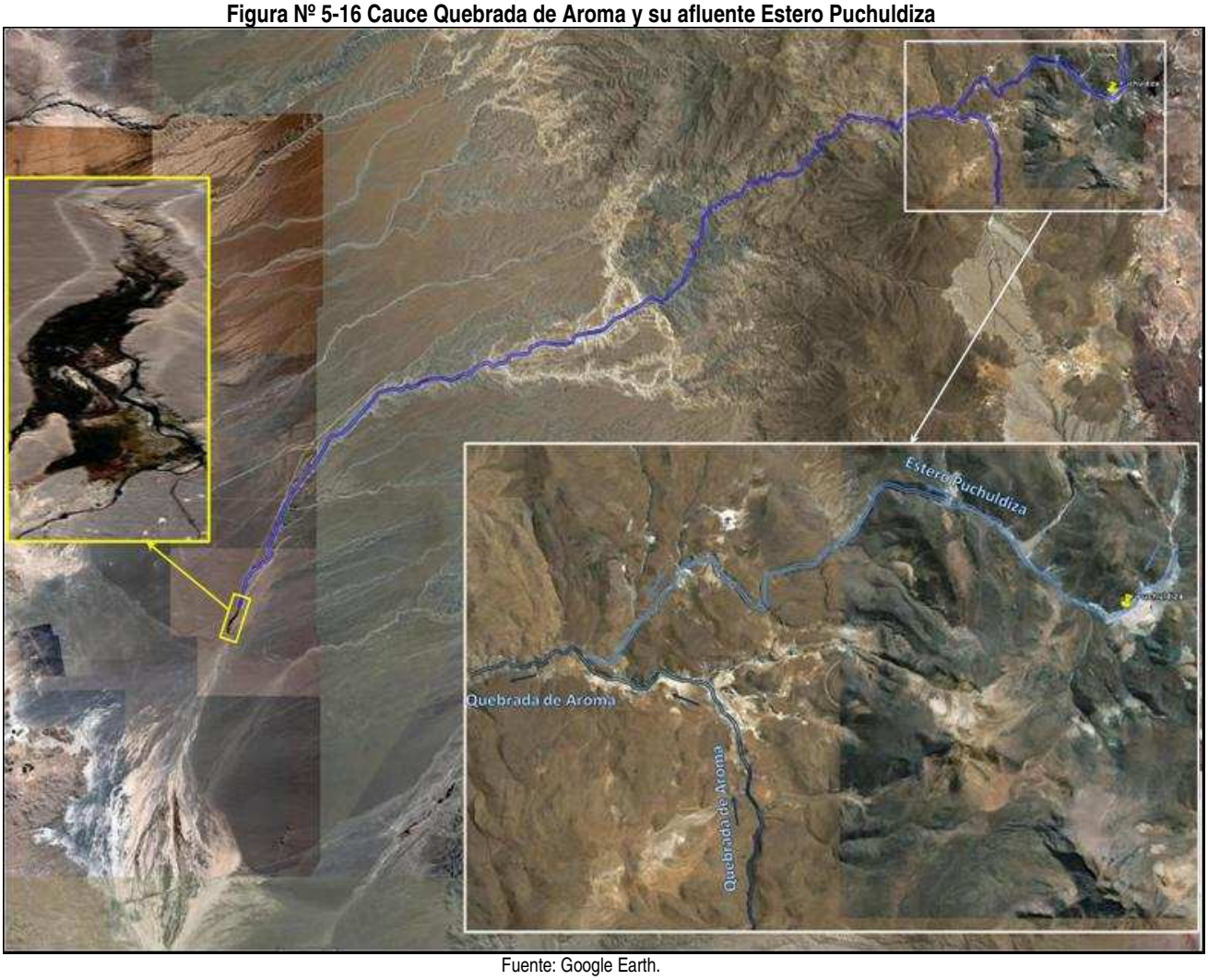
En primer lugar, se presenta la delimitación de la cuenca del Estero Puchuldiza en el punto de salida de la zona de estudio y de las subcuencas correspondientes a los principales cauces que conforman esta cuenca, subcuencas definidas en los puntos de interés ubicados dentro del área de influencia del proyecto.

Luego, se revisan los antecedentes sobre la red de estaciones hidrométricas existentes en la zona, según los antecedentes contenidos en los estudios "Balance Hídrico Nacional" (DGA, 1987) y "Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días" (DGA 1991), que además incluyen mapas de isoyetas de precipitaciones medias anuales y precipitaciones máximas en 24 horas (período de retorno 10 años), respectivamente. Se revisó también la nómina actualizada de estaciones de la DGA.

Debido a que la cuenca del estero Puchuldiza no cuenta con estaciones de control, se debe recurrir a métodos indirectos para estimar las condiciones hidrológicas en la zona de estudio, seleccionando las estaciones pluviométricas y fluviométricas consideradas más representativas, procediendo entonces con la recopilación de la información estadística registrada (DGA).

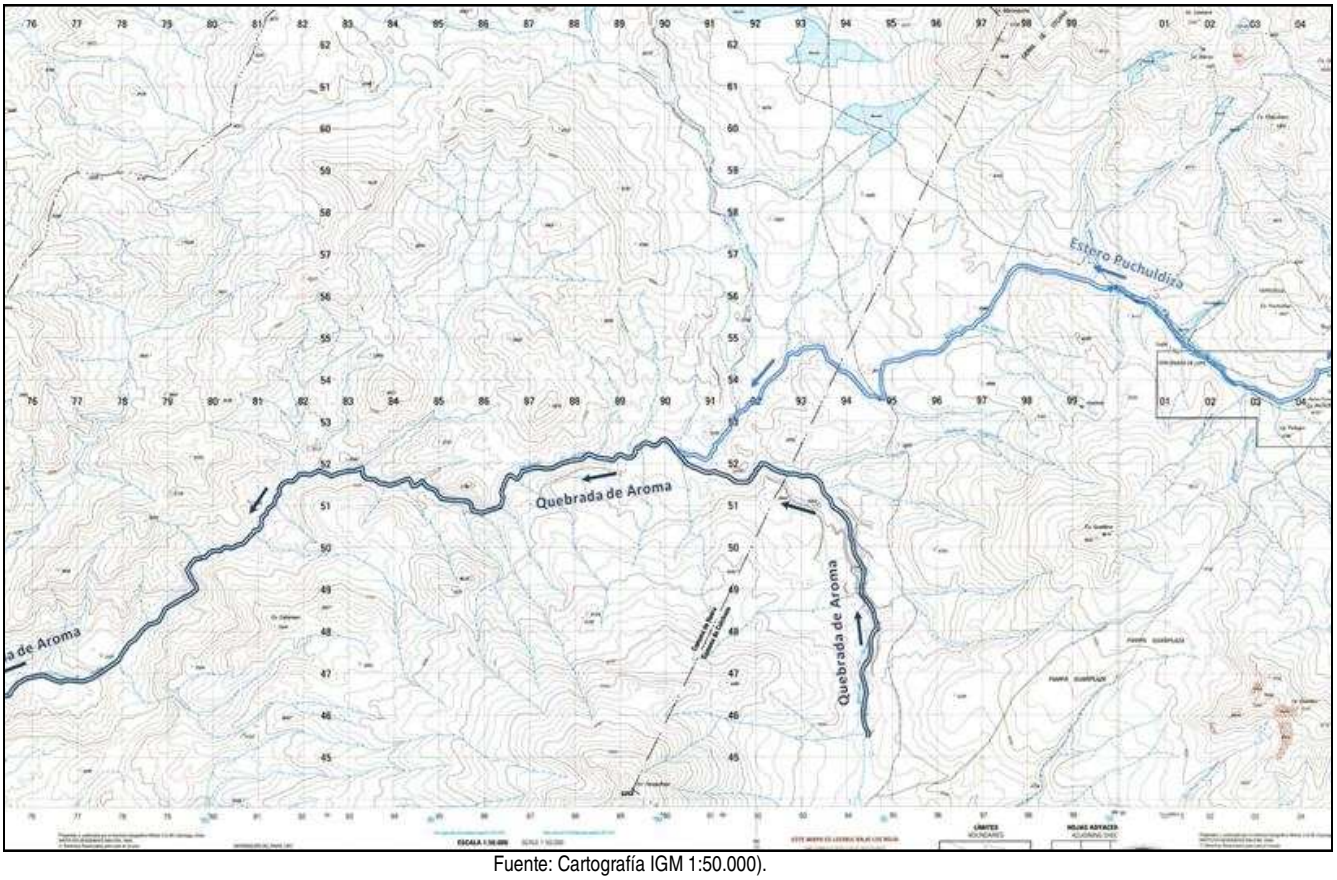
Sobre la base de la caracterización de las cuencas y subcuencas aportantes al área de estudio, y la información estadística recopilada, se aplican las metodologías descritas en los capítulos siguientes, con el propósito de cumplir con los objetivos de este estudio.

Figura Nº 5-16 Cauce Quebrada de Aroma y su afluente Estero Puchuldiza



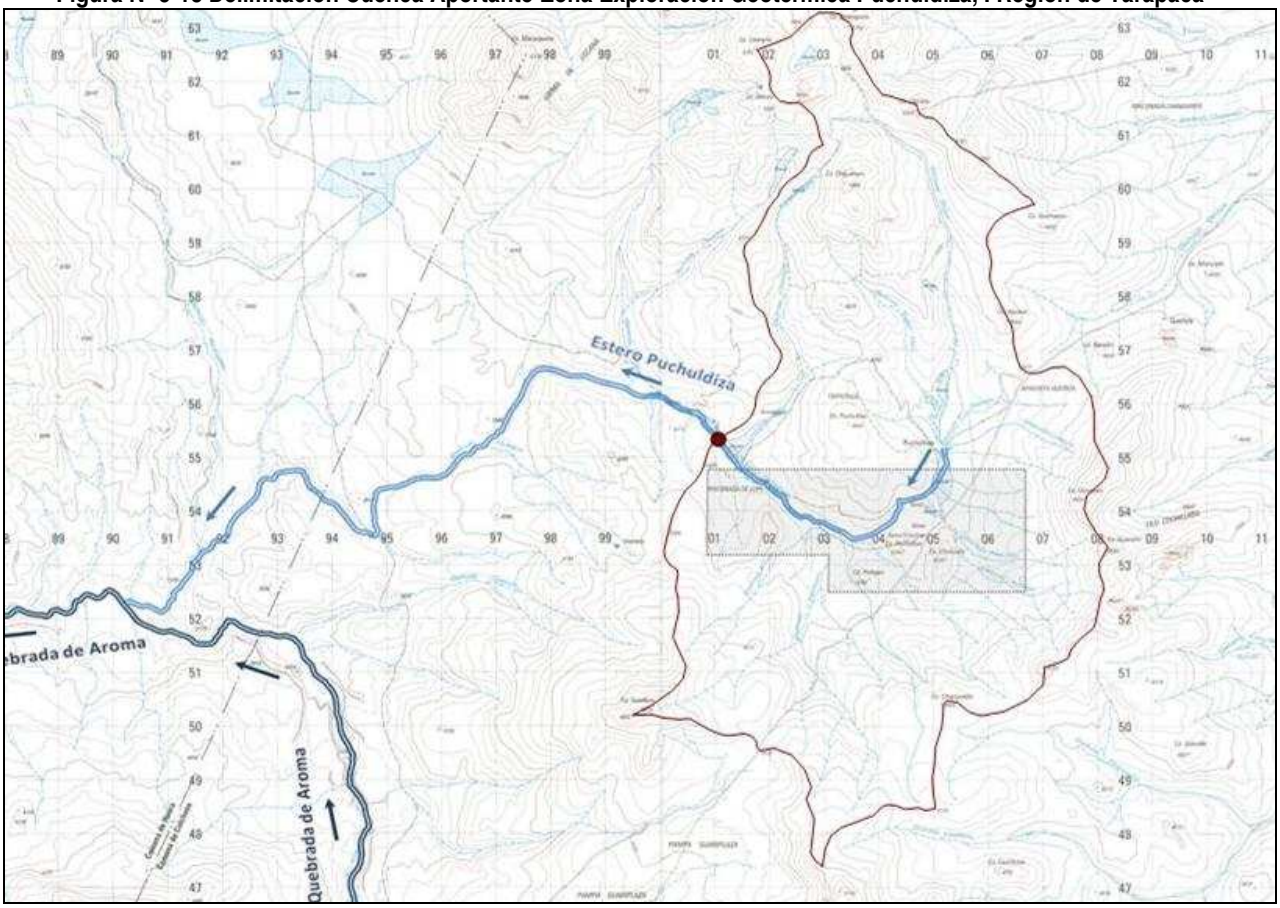
Fuente: Google Earth.

Figura Nº 5-17 Ubicación Cauces Quebrada de Aromo y su Afluente Estero Puchuldiza



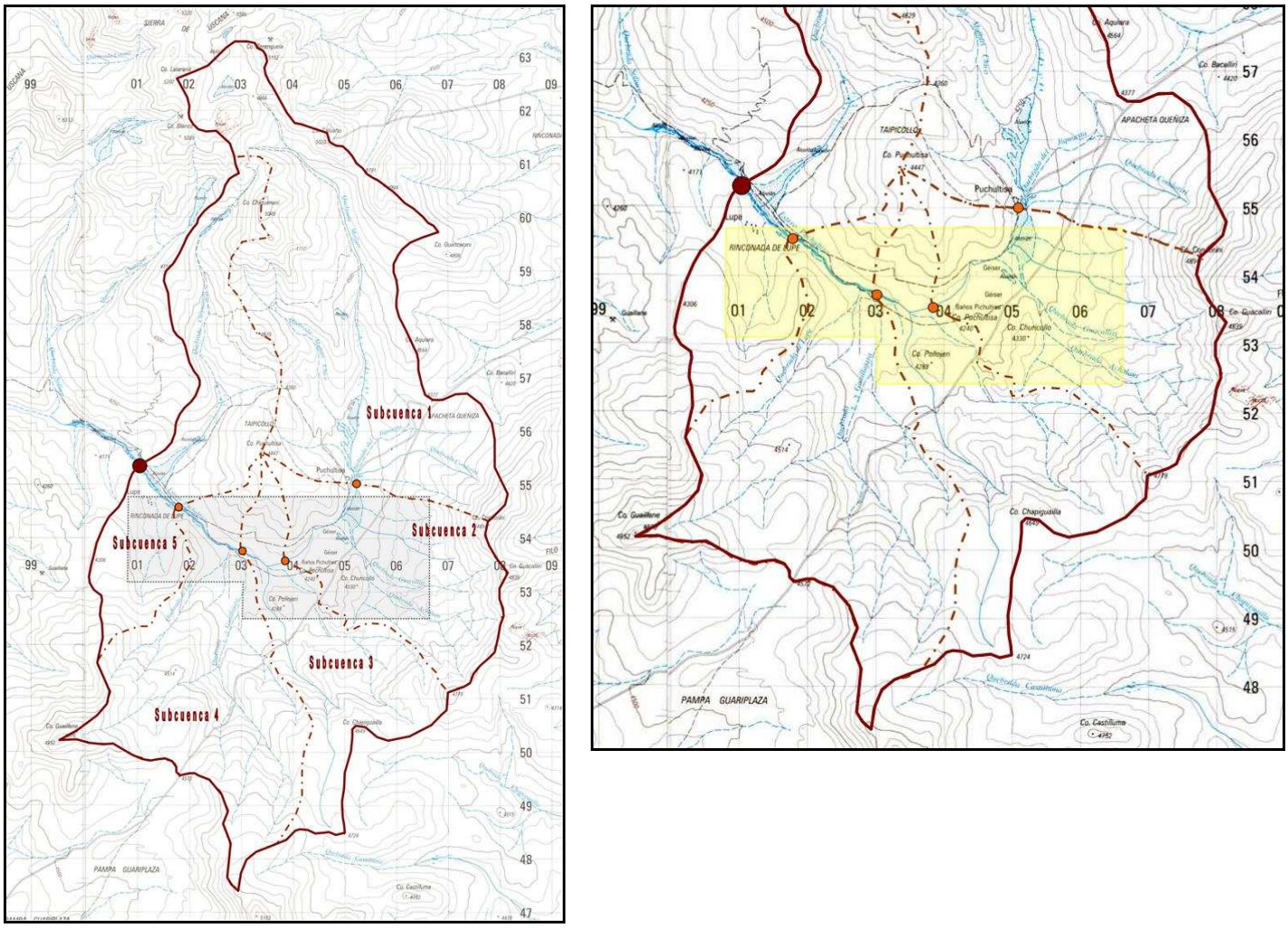
Fuente: Cartografía IGM 1:50.000).

Figura Nº 5-18 Delimitación Cuenca Aportante-Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá



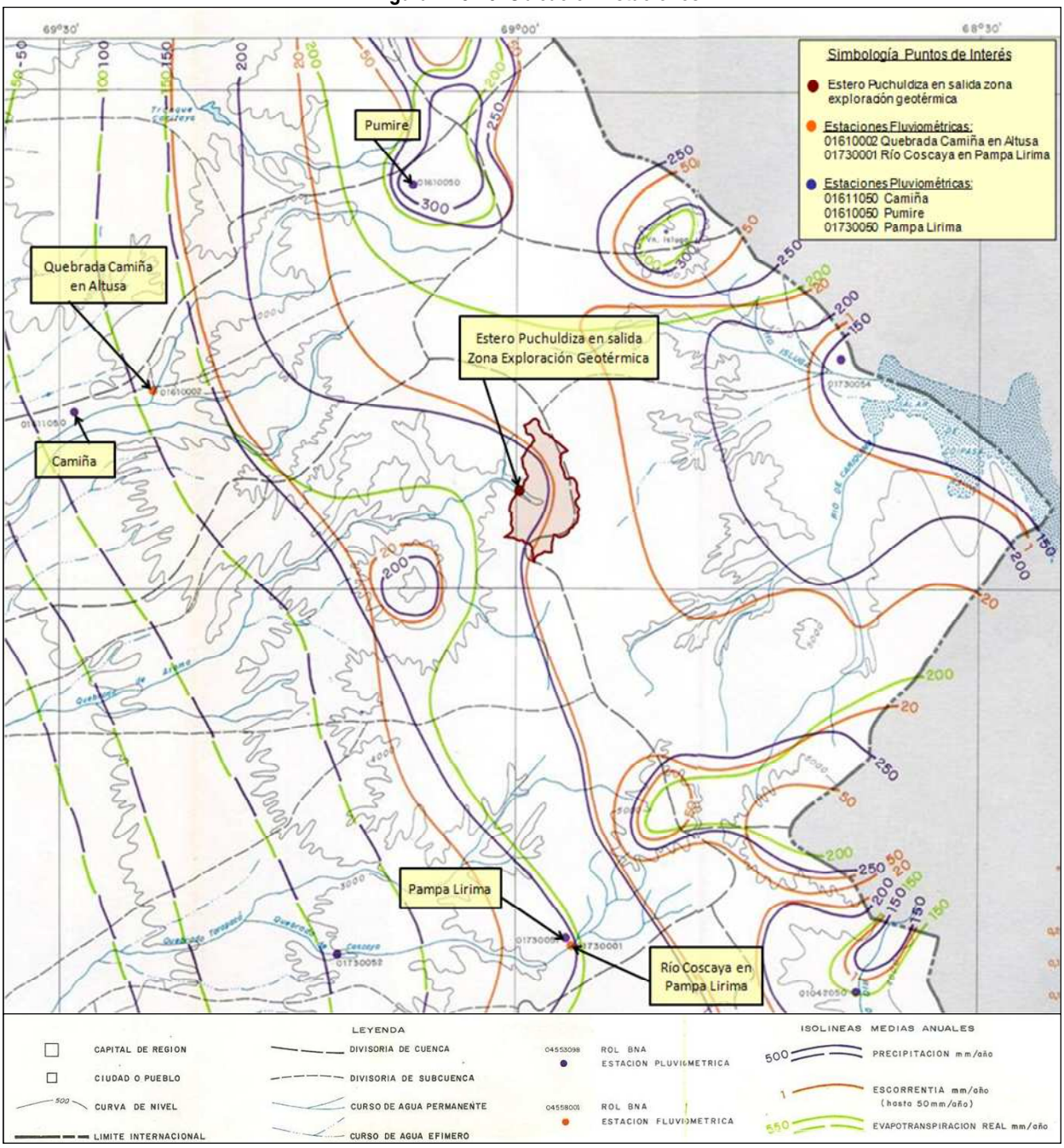
Fuente: Cartografía IGM 1:50.000.

Figura Nº 5-19 Cauces Principales y Delimitación de Subcuencas Aportantes (Base Cartografía IGM 1:50.000)
Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá



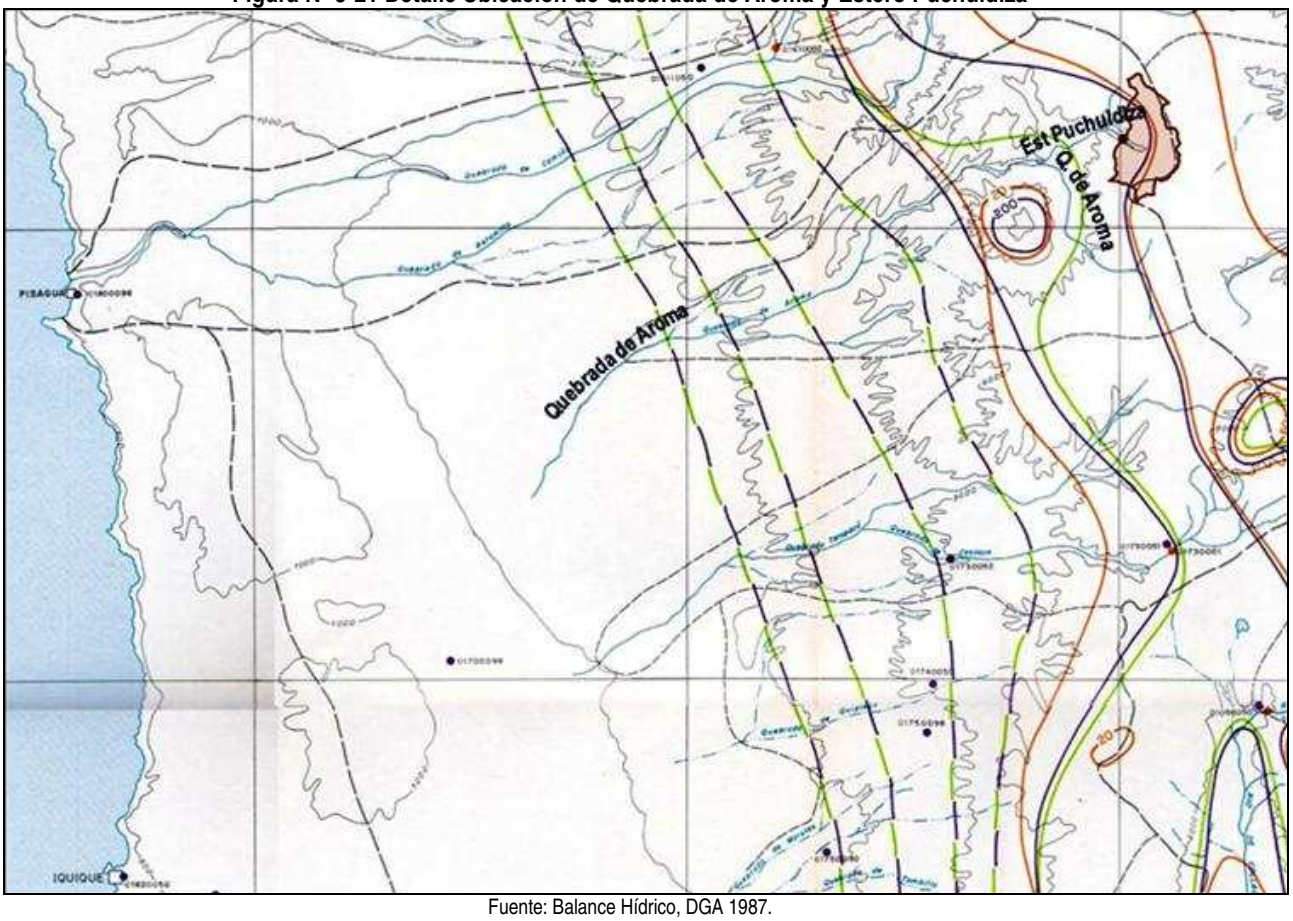
Fuente: Cartografía IGM 1:50.000.

Figura Nº 5-20 Ubicación Estaciones



Fuente: Balance Hídrico, DGA 1987.

Figura Nº 5-21 Detalle Ubicación de Quebrada de Aroma y Estero Puchuldiza



Fuente: Balance Hídrico, DGA 1987.

5.3.7.3 Estudio Hidrológico

A. Definición de Cuenca Aportante (AI)

En la Figura Nº 5-18 se muestra la delimitación de la cuenca aportante a la zona de exploración geotérmica Puchuldiza, comuna de Colchane, I Región de Tarapacá (Base Cartografía IGM 1:50.000). La cuenca aportante que abarca toda la zona del proyecto, se define en el punto de salida del Estero Puchuldiza, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la quebrada Chiguanani, frente a la localidad de Lupe.

Como se mencionó anteriormente, el estero Puchuldiza es un afluente de cabecera de la Quebrada de Aroma, cauce endorreico que nace en la cordillera de Los Andes, con curso ondulante en dirección al poniente cruza el Parque Nacional Volcán Isluga, para luego, con dirección sur-poniente, desaparecer por completo en la Pampa del Tamarugal. En las figuras anteriores se muestra el desarrollo del cauce de la quebrada de Aroma y su afluente el estero Puchuldiza (base Google-earth y cartografía IGM 1:50.000, respectivamente).

La Figura Nº 5-19 muestra la subdivisión de la cuenca del estero Puchuldiza en el tramo del cauce que se desarrolla dentro de la zona del proyecto, subcuencas definidas con el propósito de permitir una adecuada caracterización de la hidrología en la zona de influencia del proyecto.

En la caracterización de cuencas se describirán los cauces principales incluidos en estas subcuencas, determinando sus principales parámetros, para luego estimar caudales y precipitaciones en los puntos considerados de interés en este estudio.

La subdivisión de la cuenca del estero Puchuldiza considera las siguientes subcuencas:

- Subcuenca (1) definida en el punto de entrada a la zona del proyecto, que incluye los afluentes de cabecera del estero Puchuldiza: Quebradas Mulluri y Mulluri Chico, Quebrada del Jiquiasta y Quebrada Condoriri.

- Subcuenca (2) definida en un punto intermedio del tramo del estero Puchuldiza en la zona del proyecto, que incluye principalmente los afluentes por el oriente (ribera izquierda) de las Quebradas Guacalliri y Achalaja. Desde el poniente (ribera derecha) el cauce recibe los aportes de escurrimientos por la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (3) definida en un punto ubicado aproximadamente 1 km aguas abajo del anterior, que por la ribera izquierda recibe aportes de 2 quebradas desde el sur-oriente (cerros Chapiguailla y Pollojeri) y por la ribera derecha recibe aportes desde el norte de escurrimientos por la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (4) definida en un punto cercano al límite de la zona del proyecto, ubicado aproximadamente 2 km aguas abajo del anterior en el sector denominado Rinconada de Lupe, que recibe principalmente los aportes desde el sur (ribera izquierda) de la Quebrada Guaillajara y Quebrada de Lupe, y por la ribera derecha aportes menores desde la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (5) definida en el punto de salida de la zona del proyecto, ubicado aproximadamente 1,5 km aguas abajo del anterior, incluyendo en este último tramo del estero Puchuldiza las áreas correspondientes principalmente al aporte por la ribera derecha (desde el norte) de la Quebrada Chiguanani y de una quebrada más pequeña desde el sur (por ribera izquierda, escurrimiento por parte baja de ladera cerro Guaillane).

B. Recopilación de Antecedentes

Para el presente estudio, en la zona de interés se dispone de información estadística en las siguientes estaciones fluviométricas pluviométricas, ubicadas en la I Regíón de Tarapacá.

Tabla Nº 5-12 Estaciones Fluviométricas Seleccionadas

CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	ALTURA	Coor. Geográficas		AREA
		MSNM	LAT.	LONG.	KM2
01610002-1	Quebrada Camiña en Altusa (instalada 12-1928)	2280	19º17'	69º23'	s/i
01730001-6	Rio Coscaya en Pampa Lirima (instalada 12-1975)	3540	19º52'	68º57'	s/i

Tabla Nº 5-13 Estaciones Pluviométricas Seleccionadas

CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	ALTURA	Coor. Geográficas		AREA
		MSNM	LAT.	LONG.	KM2
01610002-1	Quebrada Camiña en Altusa (instalada 12-1928)	2280	19º17'	69º23'	s/i
01730001-6	Rio Coscaya en Pampa Lirima (instalada 12-1975)	3540	19º52'	68º57'	s/i

La ubicación de las estaciones hidrométricas existentes en la zona, se muestra en la Figura Nº5, que también incluye el trazado de las isolíneas de precipitación media anual[1].

Se solicitó al Centro de Información de Recursos Hídricos (DGA, MOP) la información disponible sobre caudales medios mensuales, caudales medios diarios e instantáneos extremos (a nivel mensual) y precipitaciones mensuales, en las estaciones seleccionadas

En **Anexo 5.3.7–A** (Hidrología) se incluyen las estadísticas recopiladas para las estaciones seleccionadas. Adicionalmente en el mismo Anexo se detallan e ilustran el mapa de las isoyetas para precipitaciones máximas y las estaciones cercanas a la zona de interés.

C. Caracterización de cuencas aportantes

Los parámetros obtenidos para la cuenca total del estero Puchuldiza definida en el punto de salida de la zona de exploración geotérmica y las subcuencas en estudio, necesarios para la aplicación de las metodologías de cálculo indirecto de caudales, son los siguientes:

Tabla Nº 5-14 Características y Parámetros Morfológicos de Cuencas y Subcuencas

Cuenca	A (km²)	Hmáx (m)	Hmín (m)	L (km)	H (m)	Tc (hrs)
Subcuenca 1	24,4	5.207	4.230	6,8	977	0,61
Subcuenca 2	10,6	4.894	4.170	3,8	724	0,35
Subcuenca 3	10,0	4.779	4.145	4,2	634	0,42
Subcuenca 4	15,6	5.000	4.120	6,1	880	0,56
Subcuenca 5	12,8	5.049	4.100	6,8	949	0,62
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	5.207	4.100	11,8	1.107	1,11
Estaciones Fluviométricas:						
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA	514	*5.450*	2.280	*30*	3.170	*2,17*
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA	200	*5.760*	3.540	*13*	2.220	*0,95*

El tiempo de concentración de cada cuenca (Tc), se calculó usando la siguiente fórmula::

$$Tc = 0{,}95\,(L^3 / H)^{0{,}385}$$ Fórmula de California Highways and Public Works de EEUU

Tc: Tiempo de Concentración, en horas
L : Longitud del cauce principal, en km
H : Desnivel Máximo de la cuenca, en m

[1] "Balance Hídrico Nacional" (DGA, 1987)

D. Pluviometría

Se revisó la información estadística de precipitaciones mensuales recopilada en la zona (ver **Anexo 5.3.7-A**)

Con el propósito de analizar la variación de la precipitación media anual con la altura, se presentan, respectivamente, en las siguientes tablas los valores correspondientes a las estaciones analizadas en el Balance Hídrico Nacional (DGA 1987) y los valores obtenidos de la información recopilada en este estudio .

Tabla Nº 5-15 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación

CÓDIGO BNA	ESTACIÓN	H (MSNM)	P (MM/AÑO)
015-02-050	Cuya	120	0,2
016-10-050	Pumire	4.200	313,2
016-11-050	Camiña Reten	2.380	61,2
017-30-052	Poroma	2.880	54,4
017-00-098	Huara	1.103	0,8
017-40-050	Parca	2.570	41,5
017-50-098	Mamiña Reten	2.730	35,5
010-42-050	Cancosa	3.800	218,8
010-50-050	Collancagua	3.990	159,3
017-00-097	Pica	1.250	4,5
018-00-098	Pisagua	10	3,5
017-50-050	Sagasca	1.815	0,4

Fuente: Estaciones Zona Puchuldiza (DGA 1987).

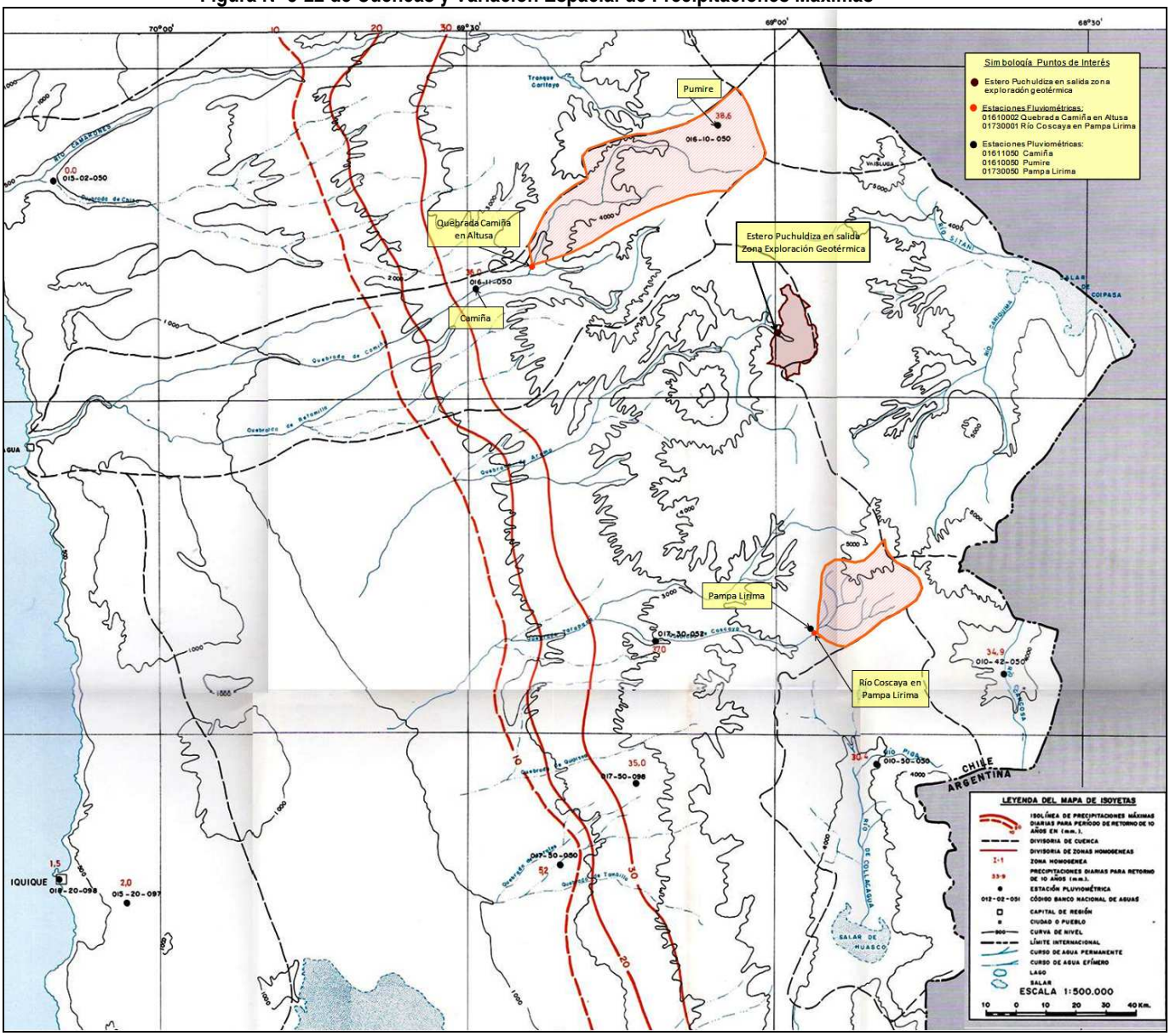
Tabla Nº 5-16 Variación de la precipitación media anual en función de la Elevación

ROL	Estación	(período estadístico)	H (msnm)	P (mm/año)
016-10-050	Pumire	(1962-1991)	4200	233,4
016-11-050	Camiña	(1971-2008)	2380	36,6
01720050-K	Puchuldiza	(1983-1988)	4150	173,9

Fuente: Estadísticas Recopiladas Zona Puchuldiza (enero 2010, Anexo 5.3.7-A).

Por otra parte, se revisaron también los antecedentes sobre precipitaciones máximas diarias, recopilados del estudio "Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días" (DGA 1991), valores a partir de los cuales fueron trazadas las isolineas para T=10 años.

Figura Nº 5-22 de Cuencas y Variación Espacial de Precipitaciones Máximas



Fuente: Base Mapa Isoyetas Pmáx-diaria T=10 años, DGA 1991.

E. Escorrentía

Las cuencas en estudio presentan un régimen netamente pluvial, con caudales máximos en los meses con lluvias máximas, durante los meses de diciembre, enero y febrero. En anexo se presentan los registros de las estaciones Quebrada Camiña en Altusa (oct/1978-feb/1997 y valores puntuales de ene-mar/2001) y Río Coscaya en Pampa Lirima (dic/1977-ene/1989). Se revisó esta información y, en lo posible, se rellenó la estadística de la quebrada Camiña, utilizando correlaciones mensuales con los registros del río Coscaya.

F. Análisis de Caudales Extremos

Se recopiló y revisó la información estadística existente en la zona sobre caudales medios diarios e instantáneos máximos y mínimos, valores registrados en las estaciones de control Quebrada Camiña en Altusa y Río Coscaya en Pampa Lirima.

En las siguientes 2 Tablas se resumen los resultados obtenidos para el estero Puchuldiza en la zona de exploración, aplicando el método de transposición de los caudales máximos y mínimos observados en la Quebrada Camiña en Altusa, respectivamente. En tablas y figuras al final de este capítulo se presentan los análisis de frecuencias de los caudales máximos y mínimos registrados en la estación Quebrada Camiña en Altusa y la aplicación del método de transposición de caudales.

Tabla Nº 5-17 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERÍODO DE RETORNO T (años)	ESTERO PUCHULDIZA EN SALIDA ZONA DE EXPLORACIÓN QMÁX INST	
		(m3/s)	(m3/s/km2)
50%	2	0,92	0,0125
20%	5	1,19	0,0163
10%	**10**	**1,40**	**0,0192**
5%	20	1,61	0,0220
4%	25	1,68	0,0229
2%	50	1,89	0,0258
1%	100	2,10	0,0287
0,5%	200	2,31	0,0316
0,2%	500	2,59	0,0353
0,1%	1.000	2,80	0,0382

Tabla Nº 5-18 Caudales Mínimos Estero Puchuldiza en Zona Exploración Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERÍODO DE RETORNO T (AÑOS)	ESTERO PUCHULDIZA EN SALIDA ZONA DE EXPLORACIÓN QMÁX INST	
		(m3/s)	(m3/s/km2)
50%	2	0,92	0,0125
20%	5	1,19	0,0163
10%	**10**	**1,40**	**0,0192**
5%	20	1,61	0,0220
4%	25	1,68	0,0229
2%	50	1,89	0,0258
1%	100	2,10	0,0287
0,5%	200	2,31	0,0316
0,2%	500	2,59	0,0353
0,1%	1.000	2,80	0,0382

Los resultados para las subcuencas en estudio se resumen en la siguiente Tabla, para un período de retorno de 10 años, aplicando el método racional para estimar los caudales máximos en la cuenca del estero Puchuldiza en la zona de exploración, considerando los parámetros estimados en cada subcuenca.

Tabla Nº 5-19 Resumen de resultados-Caudales Máx. y Mín. (T=10 años), Estero Puchuldiza

CUENCA	A (km²)	Tc (hrs)	Hmed (m)	Pmáx10 (mm/día)	Itc(T=10) (mm/hr)	Qmáx (m³/s)	Qmáx' (m³/s/km2)	Qmín-d (l/s)	Qmín' (l/s/km2)
Subcuenca 1	24,4	0,61	4.500	39,3	13,07	0,89	0,036	11,08	0,455
Subcuenca 2	10,6	0,35	4.300	38,9	22,57	0,66	0,063	4,81	0,455
Subcuenca 3	10,0	0,42	4.350	39,0	19,15	0,53	0,053	4,54	0,455
Subcuenca 4	15,6	0,56	4.400	39,1	14,16	0,61	0,039	7,09	0,455
Subcuenca 5	12,8	0,62	4.300	38,9	12,79	0,45	0,036	5,81	0,455
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	1,11	4.395	39,1	7,22	1,47	0,020	33,34	0,455

Qmáx = C I * A (Fórmula Racional, Ref.3) Se adoptó C=0,01*

5.3.8 HIDROGEOLOGÍA

5.3.8.1 Introducción

La caracterización de la hidrogeología del área de Puchuldiza se realizó en base a la revisión de la información de estudios previos, principalmente de los diversos trabajos de Lahsen 1973, 1975 y 1978, de la memoria de Argandoña 1984 y estudios geofísicos de Montenegro 2009. No se contaba con antecedentes de niveles de agua o ensayos de permeabilidad en los pozos perforados, por lo que la definición de las unidades hidrogeológicas se realizo en base a las descripciones de las distintas unidades y a sus características cualitativas de permeabilidad. (Detalle en plano Nº5 hidrogeológico).

5.3.8.2 Recarga

La recarga de las aguas al sistema proviene 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 rio 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 es a zonas de vertientes y como manifestaciones termales, lo que fue establecido mediante análisis isotópico de los contenidos de deuterio y oxigeno 18 tal como lo señalara Lahsen 1975, lo que es consistente con los resultados de los análisis de la presente etapa. Mayor detalle en el acápite 4.3.11 Hidroquimica.

La cuenca en que se confinan las aguas estaría conformada por un bloque hundido limitado al este por el sistema de fallas de Condoriri, de dirección NS y al oeste por la falla de Tuja también NS, las que al N y S del área están cubiertas por lavas pleistocenicas. Al S, el bloque está limitado por la falla Puchuldiza, de dirección NW. Su extensión hacia el norte es desconocida por estar cubierta por flujos volcánicos recientes. Se infiere que estas se extenderían más hacia el norte como lo avalan manifestaciones termales en las áreas de Quitariri y Pingallure, al W de Tuja y estudios geofísicos.

5.3.8.3 Antecedentes Geofísicos

Las exploraciones geofísicas realizadas por la JICA en 1979 y Lahsen en1978 fueron efectuadas mediante levantamientos geoeléctricos cubriendo un área de 100 km2; se realizaron también sondajes de resistividad en el Cerro Tahipicollo y algunos sondajes con el método dipolo-dipolo.

Las conclusiones obtenidas por los autores citados fueron las siguientes:

- Evidencia de un área anómala de 28 km2 con valores de resistividad menores a 10 ohm/m, lo que indicaría la presencia de acuíferos que constituirían el reservorio del sistema y en los cuales se ubicarían fluidos termales con altos contenidos salinos. Los acuíferos estarían relacionados a zonas de falla, discontinuidades y estratos más permeables pudiendo extenderse hasta una profundidad de 1500 m.

- Los límites de la anomalía corresponderían a las fallas Condoriri y Tuja, ambas de dirección NS y ubicadas al E y W de Puchuldiza respectivamente. Hacia el sur la anomalía se encuentra limitada por la falla Puchuldiza, de orientación NW-SE .Hacia el norte las curvas de baja resistividad se cierran a una altura aproximada de 4.500 m.s.n.m. por efectos de la topografía.

- Estudios gravimétricos determinaron la existencia de una zona de baja gravedad rodeada de una zona de alta gravedad, lo que concuerda con el supuesto que el campo geotérmico de Puchuldiza es un graben de origen tectónico (JICA 1979).

Posteriormente durante el 2007 y 2008 el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) realizó un levantamiento gravimétrico y la aplicación de los métodos de Transiente Electromagnético (TEM) y Magnetotelúrico (MT) en el área de Puchuldiza Sur, lo que permitió la caracterización de resistividades hasta profundidades aproximadas de 6000 m., Las principales conclusiones obtenidas fueron:

- Gran parte de la zona estudiada presenta valores muy bajos de Resistividad (R), con una distribución espacial asociada a la presencia de aguas subterrámes en estructuras de alta permeabilidad y a los tipos de alteración hidrotermal.

- Se detecto una depresión magnética con orientación preferente W-E, que coincide espacialmente con bajos resistivos y gravimétricos. Hacia la parte E aparecen los valores más altos de resistividad que llegan a ser superiores a 300 ohm-m bajo los 1.500 m de profundidad. Esto reafirma el carácter de margen del sistema hacia esta orientación. En la parte central, JICA y Lahsen describen una zona de baja resistividad relacionada a la presencia de fluidos a temperaturas máximas de 140ºC a 160ºC; los modelos 2D de Resistividad muestran que esta zona conductora, en forma de estrato, se extiende hasta 1500 m de profundidad, aproximadamente, siendo mayor en la área asociada a la zona de falla Puchuldiza.

- En el extremo NW del área de estudio, se evidenció que el horizonte conductor aumenta su potencia y alcanza 3.000 m de profundidad, relacionado probablemente a la circulación de fluidos en una zona de alta permeabilidad, asociada a la Falla Puchuldiza y a la intersección con estructuras NS; esto sugiere la existencia de condiciones favorables al flujo de fluidos salinos de alta temperatura lo que ha sido interpretado como la zona de upflow del sistema.

5.3.8.4 Unidades Hidrogeológicas

Para el área de estudio, se definieron cinco unidades hidrogeológicas basadas en sus capacidades de conducir fluidos, las que se muestran en el plano Nº 5.

a. Cubierta Sedimentaria Permeable (QSP)

Está conformada por los depósitos aluviales, coluviales y morrenicos cuyas características fueron descritas en el acápite 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). Es de esperar que los primeros constituyan acuíferos superficiales, de desarrollo limitado principalmente al norte de Rinconada de Lupe, en la quebrada Andacolló 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. 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 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 Condoriri.

d. Unidad Volcano Sedimentaria de Moderada a Alta Permeabilidad (MMAP)

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 Condoriri: 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 Basamientp Impermeable (KBI)

Compuesto por la Formación Churicollo: areniscas y brechas conglomeradicas, cementadas las que presentan una baja permeabilidad y constituyen el basamento del sistema.

5.3.8.5 Descarga

La recarga del sistema como lo mencionáramos en el punto referente a la Recarga (4.3.10.2) en gran medida, de la infiltración de aguas meteóricas en la zona N y NW, que luego de su calentamiento a temperaturas cercanas a los 210-240ºC, ascienden, preferentemente, por estructuras NW-SE, sistemas de fallas Puchuldiza, por sistemas de fallas N-S (Falla Tuja, Falla Condoriri) y por fallas NE (Fallas Quebrada Andacollo y Churicollo) y migran lateralmente al llegar a estratos más permeables. Estos fluidos alcanzan la superficie a temperaturas cercanas a los 80ºC-89ºC en forma de pozas y géiseres, en la intersección de diferentes sistemas de fallas, en las localidades de Tuja y Los Baños de Puchuldiza.

Parte de las aguas meteóricas son descargadas en vertientes las que forman zonas de vegas y bofedales.

5.3.8.6 Conclusiones

La recarga provendría de la parte alta de la cuenca hidrográfica del rio Puchuldiza, desde el N y NW del área y también infiltrándose desde cuencas hidrográficas más altas por estructuras. El campo geotérmico de Puchuldiza parece estar vinculado a cuerpos subvolcánicos, producto de la reciente actividad volcánica del Complejo Latarani-Macurquima. El agua meteórica se infiltraría a través de la cubierta sedimentaria permeable o a través de zonas de falla, y discontinuidades en las rocas volcánicas y volcanoclasticas terciarias; su tiempo de residencia en los acuíferos sería muy corta como lo avalan la isotopía ^{18}O-^{2}H que indica una composición isotópica cercana a la línea de aguas meteóricas locales, tal vez con alguna componente magmática menor. (Lahsen 1978).

Su descarga se realizaría preferentemente, a través de las principales zonas de fallas: Estructuras NW-SE, sistemas de fallas Puchuldiza; sistemas de fallas N-S (Falla Tuja, Falla Condoriri) y por fallas NE, (Fallas Quebrada Andacollo y Churicollo) en forma de pozas o geiseres de temperaturas entre los 80 y 89ºC, como también a través de vertientes, las que forman vegas y bofedales.

De acuerdo a los últimos estudios de geofísica se infiere la probable existencia de una zona que se extiende al sur de la zona señalada anteriormente por Lahsen 1975 (correspondiente al sector NW del área “Puchuldiza Sur”) cercana a la intersección de los sistemas de fallas NW y NS, que presenta condiciones muy favorables al flujo de fluidos salinos de alta temperatura la que podría interpretarse como la zona de upflow del sistema.

5.3.9 HIDROQUÍMICA

5.3.9.1 Introducción

La línea de base hidrogeoquímica del Área de Influencia Indirecta (AII) del Proyecto se construyó a partir de la información proporcionada por el Cliente y de la recopilada de fuentes públicas. Esta información permitió la caracterización química de las aguas superficiales y subterráneas y la confección de tablas y gráficos representativos del sistema del río Puchuldiza y quebradas afluentes; de lagunas, vertientes; pozas termales y pozos de exploración.

Para la línea de base hidroquímica actualizada a enero 2010 del área de influencia directa (AID) del Proyecto, circunscrita al área de Puchuldiza, la información existente fue complementada con once (11) nuevas muestras de

aguas de pozas termales y siete (7) muestras de aguas superficiales. No fue posible –en la ocasión- muestrear las aguas de pozos de exploración.

Una síntesis de los principales resultados de este componente se entrega en este capítulo. El respaldo de los aspectos metodológicos enunciados a continuación, se describen en detalle en el **Anexo 5.3.9 -A**.

5.3.9.2 Aspectos Metodológicos

La información analítica de las aguas superficiales y termales representativas del AII y la generada para el AID del proyecto en el periodo Diciembre 2009 - Enero 2010 se analizó de acuerdo al origen de las aguas, diferenciándose:

- Aguas superficiales de ríos, quebradas, esteros
- Aguas superficiales de vertientes (afloramientos de aguas de régimen temporal
- Aguas superficiales de lagunas
- Aguas termales de Pozas
- Aguas termales de pozo de exploración (Pozo-1)

Construcción de tablas: se construyeron tres tablas de datos con los antecedentes analíticos existentes y los resultados de laboratorio del muestreo actualizado (Tabla Nº 5-20;Tabla Nº 5-22;Tabla Nº 5-23).

Comparación con normativa: la información analítica disponible como la actualizada se comparó con los valores de la norma chilena para agua de riego (NCh1333) y se confeccionan las tablas de excedencias.

Procesamiento de datos y construcción de diagramas: Se construyeron diagramas de Stiff y de Piper tanto para los datos de hidroquímica de estudios anteriores como para los obtenidos en este trabajo.
Cabe destacar que la información disponible en el informe CORFO-JICA no consigna la ubicación geográfica de las muestras, razón por la cual sus resultados sólo se consideraron como datos referenciales generales.

Clasificación hidroquímica general: Finalmente, con los diagramas de Stiff y la aplicación de un SIG, se elaboro un plano que ubica y de acuerdo a sus concentraciones de aniones y cationes principales, tanto para el AII y el AID del proyecto. (Cartografía N°6 – Hidroquímica. Ubicación de Muestras de Aguas).

El plano citado permite visualizar espacialmente las distintas composiciones, la densidad de la información hidroquímica disponible, su variabilidad y/o consistencia. Las poligonales trazadas (diagramas de Stiff) representan la concentración de los principales aniones (hacia la derecha) y cationes (hacia la izquierda) en semirrectas paralelas de cada una de las muestras de agua del sistema.

5.3.9.3 Resultados

A. Resultados Información de CORFO-JICA, 1979

- Los resultados analíticos de la totalidad de las aguas se clasifican del tipo cloruradas sódicas con pH neutro.
- Los diagramas de Stiff presentan un patrón similar con variaciones no significativas para todas las aguas termales de ambos sectores.
- Los rangos de Tº presentan variaciones menores y están comprendidas entre los 82º a 86ºC correspondiendo a aguas hipertermales.
- En ambas localidades (Tuja y Puchuldiza) se destaca el alto contenido de Arsénico como rasgo natural asociado a las manifestaciones termales. Condición que se hace extensiva a las aguas subterráneas de los Pozo Pz2 y Pz4.
- En las aguas termales de Tuja se observa un mayor contenido en: Arsénico; Magnesio; Cloruro y Boro con respecto a las aguas termales de Puchuldiza, situadas aguas arriba.
- No obstante estas diferencias, el diagrama de Piper de ambos sectores, incluyendo los Pozos de exploración, las representa en el campo de Aguas cloruradas sódicas.
- Respecto a los parámetros normados en la norma chilena NCh1333 para agua de riego, se encuentran valores excedidas de Boro (B); Sodio (Na), Cloro (Cl) y Arsénico (As).
- Respecto al pH neutro, el informe CORFO-JICA lo consigna como resultante de la interacción de fluidos geotermales ácidos asociados a la actividad volcánica y la acción neutralizadora de las rocas encajadoras.

Los valores de SERNAGEOMIN arrojaron los siguientes resultados para el Área de Puchuldiza, Tuja y pozos de exploración.

- La totalidad de las aguas se clasifican del tipo cloruradas sódicas con pH neutro.
- Los diagramas de Stiff presentan un patrón similar con variaciones no significativas para todas las aguas termales de ambos sectores.
- Los rangos de Tº presentan variaciones menores y están comprendidas entre los 82º a 86ºC correspondiendo a aguas hipertermales.
- En ambas localidades (Tuja y Puchuldiza) se destaca el alto contenido de Arsénico como rasgo natural asociado a las manifestaciones termales. Condición que se hace extensiva a las aguas subterráneas de los Pozo Pz2 y Pz4.
- En las aguas termales de Tuja se observa un mayor contenido en: Arsénico; Magnesio; Cloruro y Boro con respecto a las aguas termales de Puchuldiza, situadas aguas arriba.
- No obstante estas diferencias, el diagrama de Piper de ambos sectores, incluyendo los Pozos de exploración, las representa en el campo de Aguas cloruradas sódicas.
- Respecto a los parámetros normados en la norma chilena NCh1333 para agua de riego, se encuentran valores excedidas de Boro (B); Sodio (Na), Cloro (Cl) y Arsénico (As).
- Respecto al pH neutro, el informe CORFO-JICA lo consigna como resultante de la interacción de fluidos geotermales ácidos asociados a la actividad volcánica y la acción neutralizadora de las rocas encajadoras.

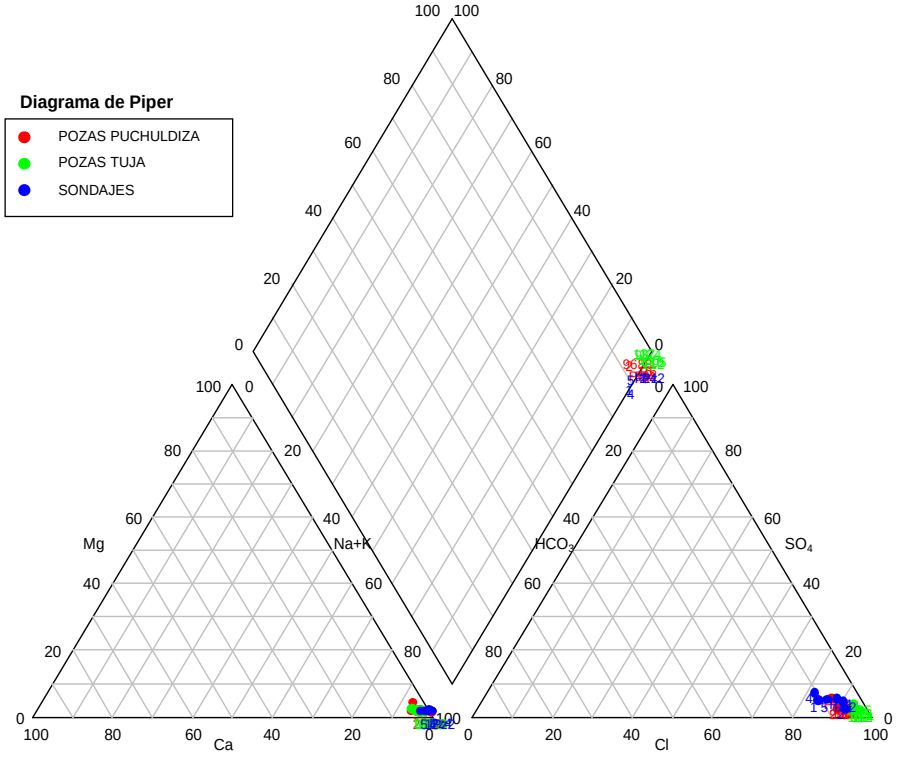
Tabla Nº 5-20 Datos físico químicos disponibles en informe JICA

Ident.	Zona	Temp Terr	pH	Cond Lab	As	B	Cl	Fe	Na	SO4	HCO3	SIO2	K	Ca	Mg	I
		(ºC)		(µS)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	mg/l	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
2	Puchuldiza	82	7,78			92.6	2308		1380	114	261	260	167	85	2.54	
PO4	Puchuldiza	86	7.01	4.905	14.41	66.9	2297	0.08	1540	219	298	416	205	59.5	3.8	1.04
15	Puchuldiza	86	7.49			99	2462		1520	126	195	320	207	35	0.96	
34	Puchuldiza	86	7.49			108	2704		1650	130	200	363	223	20	0.3	
58	Puchuldiza	86	8.06			102	2543		1575	133	261	347	208	43	1.1	
76	Puchuldiza	86	6.66			98	2439		1483	114	154	272	164	25	0.7	
88	Puchuldiza	65	6.38			97	2416		1487	115	116	250	142	56	1.46	
96	Puchuldiza	50	6.26			70	1720		1030	82	213	205	97	47	17.4	
98	Tuja	86	7.17			115	2704		1600	94	89	277	124	82	1.16	
T-05	Tuja	86	7.46		18.93	95.7	3067	0.08	1924	204	114	502	177	66.8	4.2	3.86
112	Tuja	86	7.17			137	3140		1844	113	86	322	251	50	0.44	
115	Tuja	86	7.96			125	2981		1775	114	87	292	157	62	0.36	
124	Tuja	86	7.08			111	2599		1550	92	49	245	126	71	3.92	
135	Tuja	86	8.03			87	2073		1265	82	83	267	100	53	0.14	
137	Tuja	86	7.85			89	2098		1250	76	90	311	122	70	6.66	
1	Sond.Expl.		6.32			71	2198		1560	205	453	203	70	41	2.7	
2	Sond.Expl.		8.33			88	2674		1660	120	236	340	231	18	1	
Pz2	Sond.Expl.		8.21		14.65	95.4	2718	0.7	1754	219	220	584	232	14.6	2.9	4.54
4	Sond.Expl.		7.65			60	1800		1290	237	378	163	143	25	1.62	
Pz4	Sond.Expl.		8.14		12.43	65.9	2242	0.27	1460	211	223	348	175	23.1	4.4	3.55
5	Sond.Expl.		7.6			55	1690		1125	162	262	270	105	42	0.7	
NCh1333			5.5 -9.0		0.1	0.75	200	5	35	250						

Fuente: JICA y CORFO, 1979.

El diagrama de Piper representa las aguas termales de Tuja, Puchuldiza y Pozos de exploración en el campo de ***aguas cloruradas sódicas.***

Figura Nº 5-23 Diagrama de Piper aguas termales de Tuja, Puchuldiza y Pozos de exploración



Fuente: JICA y CORFO, 1979.

B. Resultados Información SERNAGEOMIN

La caracterización química de las aguas de la zona de estudio realizado por el SERNAGEOMIN, consideró la ocurrencia de distintos tipos de fuentes de aguas, entre ellas, las de vertientes, cursos superficiales, manantiales calientes o pozas y pozos de exploración preexistentes, todos ellos distribuidos en un entorno geográfico de mayor extensión que el polígono de estudio concerniente al área de Puchuldiza.

La Tabla Nº 5-20 presenta los resultados analíticos de treinta y tres (33) de estas muestras: diez (10) de ellas correspondientes a vertientes; diez y siete (17) a pozas termales de las áreas de Tuja (4); Puchuldiza (11); Quitariri (1) y Chipamire (1); cinco (5) de cursos superficiales del estero Puchuldiza (4) y quebrada Guaillane (1) y una (1) muestras del pozo exploratorio (Pozo 1). Así mismo en la Tabla citada se destaca en color los valores excedidos respecto a la norma de referencia NCh 1333.

Para cada muestra de agua se construyó la grafica de Stiff que refleja el contenido iónico de sus elementos mayores y permite su calificación. Los valores analíticos completos así como los diagramas de Stiff representativos de cada una de ellas, se muestran en **Anexo 5.3.4 –A**.

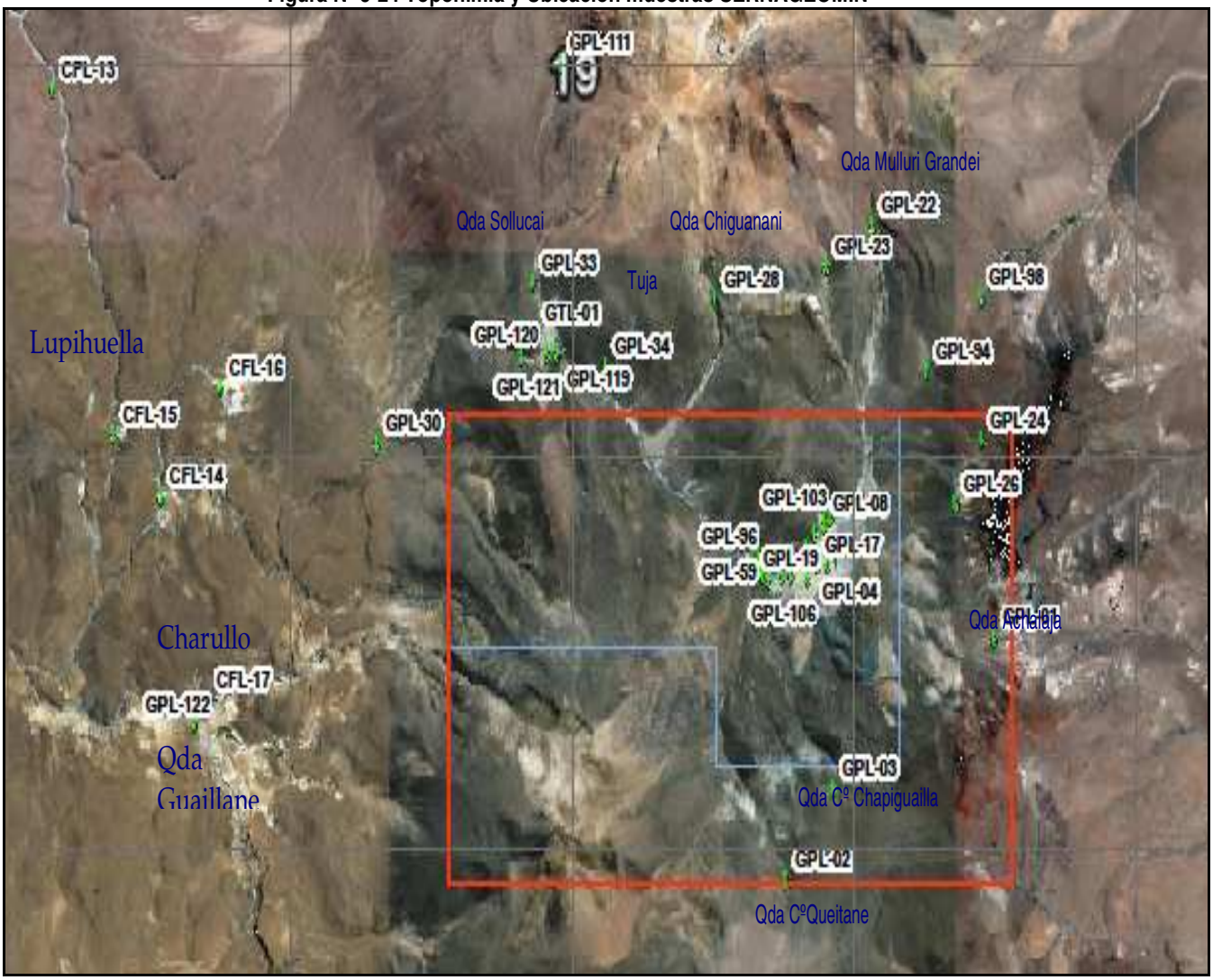
Tabla Nº 5-21 Resultados analíticos (parciales) de monitoreo SERNAGEOMIN

Muestra	Nº	UTM E	UTM N	Tipo	Zona	Temp Terr	pH Lab	F	Li	SO4	Cl	Al	As	B	Fe	Mn
		(m)	(m)			(ºC)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
GPL-30	1	496571	7855189	Vertiente	Pingallure	35.6	6.43	0.4	0.3	85.9	87	<0.02	0.179	0.24	0.034	0.003
CFL-12	48	491495	7863322	Vertiente	Uscana	27.1	3.57	0.58	0.18	398	41	0.54	0.08653	2.35	0.475	0.429
CFL-13	4	490824	7859732	Vertiente	Veluyo	45.7	7.23	1.06	2	305	586	0.06451	2.6	22.3	0.2517	0.003
CFL-14	9	492747	7854512	Vertiente	Tatsujane	21.6	6.94	0.39	5.25	121	1540	0.04052	0.05708	39.2	0.2138	0.003
CFL-17	11	493572	7851919	Vertiente	Charullo	40.3	6.54	2.6	8	324	1840	0.0377	0.04419	49.45	0.2136	1.02
CFL-20	49	513972	7862283	Vertiente	Mauque	31.8	2.99	1.01	0.15	920	6	8.6	0.146	<0.06	22.5	1.12
CFL-15	5	491910	7855309	Vertiente	Lupihuella	27.9	8.1	0.53	1.02	267	313	0.02897	0.283	10.04	0.22	0.003
GPL-22	46	505358	7857975	Vertiente	Qda. Mulluri Grande	16.2	3.75	0.5	<0.02	237	1.83	4.77	<0.005	<0.06	0.171	0.399
GPL-28	43	502570	7857030	Vertiente	Qda. Chiguanani	24.8	3.65	0.18	0.02	180	2.48	1.5	<0.005	<0.06	0.173	0.158
GPL-33	2	499342	7857258	Vertiente	Qda. Solluca	27	7.49	0.36	0.62	194	219	0.02	0.264	0.664	0.156	0.084
CFL-16	14	493799	7855906	Poza	Chipamire	55.8	6.61	1.5	9.5	184	2200	0.04622	2.64	59.7	0.181	0.127
GPL-04	18	504312	7853085	Poza	Baños Puchuldiza	84	7.48	4.56	11.3	76.9	2329	<0.02	11.5	9.65	0.202	0.008
GPL-08	23	504504	7854159	Poza	Baños Puchuldiza	87	7.42	4.09	12.8	82.6	2598	0.045	13.6	10.4	0.043	0.011
GPL-112	22	504561	7853665	Poza	Baños Puchuldiza	82.4	8.12	3.17	12.5	135	2500	0.066	12.7	62.9	0.109	0.007
GPL-113	17	504336	7854049	Poza	Baños Puchuldiza	85.1	7.15	2.87	10.5	117	2300	0.042	11.8	74.9	0.131	0.12
GPL-115	21	504189	7853867	Poza	Baños Puchuldiza	71.8	7.32	2.9	12	118	2460	0.028	12.1	75.2	0.123	0.298
GPL-116	19	503908	7853529	Poza	Baños Puchuldiza	86.1	7.6	2.99	11.5	106	2450	0.029	11.9	77.3	0.095	0.038
GPL-117	20	503421	7853510	Poza	Baños Puchuldiza	86.9	7.33	2.9	11	105	2450	0.058	12.1	115	0.3	0.382
GPL-118	16	503247	7853744	Poza	Baños Puchuldiza	84	7.04	2.73	11	96	2255	0.036	11.3	95.8	0.292	0.443
GPL-119	28	499785	7856349	Poza	Tuja	81.6	6.99	2.12	11.5	86	2910	0.08	14.5	129	0.172	0.2
GPL-120	26	499592	7856345	Poza	Tuja	85.2	7.34	2.33	11	89	2830	0.032	15.3	138	0.258	0.38
GTL-01	27	499397	7856602	Poza	Tuja	89	7.48	3.79	13	62.9	2845	0.026	15	11.9	0.174	0.222
GUL-02	10	490168	7861752	Poza	Quitariri	88	8.88	5.54	6	192	1555	0.055	9.93	9.4	0.012	0.003
GPL-121	13	499138	7856314	Poza	Tuja	87.2	7.78	1.8	8.5	70	2150	0.025	12.1	131	0.185	0.532
GPL-17	25	504362	7853636	Poza	Baños Puchuldiza	66	7.79	5.39	14	90.8	2698	0.033	14.5	11.2	0.071	0.007
GPL-19	24	504201	7853473	Poza	Baños Puchuldiza	70.4	6.55	4.87	12.5	91.2	2695	0.034	12.7	9.77	0.107	0.116
GPL-59	8	502449	7853955	Poza	Estero Puchuldiza	46.7	6.13	0.64	6	76.7	1465	<0.02	7.1	5.28	5.05	0.62
GPL-103	37	504600	7854240	Río	Estero Puchuldiza	7.8	7.49	0.43	0.04	95.4	35.1	0.178	0.02037	1.085	0.382	0.07052
GPL-104	7	503766	7853532	Río	Estero Puchuldiza	15.1	8.05	1.56	8	86.2	1066	0.196	5.96	29.9	0.3	0.1092
GPL-105	12	503403	7853551	Río	Estero Puchuldiza	15.2	8.17	3.03	9	124	1945	0.188	9.8	79.2	0.304	0.208
GPL-106	29	503520	7853428	Río	Estero Puchuldiza	18	8.22	5.04	17	161	3032	0.029	17.5	140	0.355	0.038
GPL-122	6	493341	7851608	Río	Qda. Guaillane	13.9	7.33	0.6	0.72	156	155	0.305	0.441	11.2	0.292	0.266
GPL-96	15	503340	7853763	Pozo 1	Puchuldiza	75.5	6.73	1.25	7.5	139	2250	0.03	9.65	9.09	1.03	0.425
				Norma	NCH1333		5.5-9.0	1	2.5	250	200	5	0.1	0.75	5	0.2

Fuente: JICA y CORFO, 1979.

En la siguiente figura se indica la toponimia y ubicación de las muestras SERNAGEOMIN y en el plano hidrogeológico - fuera de texto- se representa su clasificación mediante la grafica de Stiff.

Figura Nº 5-24 Toponimia y Ubicación muestras SERNAGEOMIN



Fuente: Elaboración propia.

C. Resultados Análisis SERNAGEOMÍN

- Vertientes:

Según las concentraciones de aniones y cationes principales, se reconocen cinco tipos de aguas: ***Cloruradas Sódicas*** (CFL-14;CFL-17); ***Sulfatadas*** (GPL-101; GPL-109; GPL-111;GPL-22; GPL-23; CFL-20; GPL-28; CFL-12); ***Bicarbonatadas***, (GPL-01; GPL-02;GPL-03 GPL-24;GPL-25;GPL-26;GPL-94) y aguas de composición intermedia

que reflejan mezclas en distintas proporciones de los patrones mencionados: ***Cloruradas Sódicas - Sulfatadas – Sulfatadas- Bicarbonatadas***; (ver Tabla Nº 5-22).

La generalidad de los valores de pH varía entre 7,5 y 8 neutro a levemente básico. Hacia el NE y SE del AII, en zonas de alteración hidrotermal de Uscana, Mauque, Mulluri Grande y Chiguanani, se identifican cuatro (4) vertientes de aguas ácidas, con pH en rango 2.9 a 3.6, caracterizadas como: Sulfatadas Cálcicas (muestras CFL-12; CFL-20 y GPL- 22) y Sulfatadas Sódicas (GPL-28). En **Anexo 5.3.4 –A** se muestra la grafica de Stiff representativa de cada una de ellas.

La mayor excedencia con respecto al Arsénico se observa en las aguas de mezcla de la vertiente de Veluyo (CFL-13) con un valor de 2,6 mg/l, en el extremo NW, fuera del área del Proyecto.

En relación al Boro en agua de vertientes, los mayores contenidos se observan en Charullo (CFL-17); Tatsujane (CFL-14) y Veluyo (CFL-13) con valores de 49,45; 39,2 y 22,3 mg/l respectivamente. Las aguas de las vertientes de Pingallure (GPL-30), Mauque (CFL-20), Solluca (GPL-33); Chiguanani (GPL-28) y Mulluri (GPL-23) presentan valores bajo la Norma para este elemento.

Cabe destacar que las vertientes que drenan hacia el Estero Puchuldiza antes de su ingreso al área de sinter, Qda Achalaja (GPL-01); Cº Condoriri (GPL-25; GPL-26; GPL-24); Qda Cº Queitane (GPL-02); Qda Cº Chapigualla (GPL-03) y Qda de Jiquiasta (GPL-94) presentan las mejores calidades en términos de pH (7,3 – 7,5); Total de Sólidos Disueltos (20- 59 mg/l) y Conductividad (68 – 175 uS), sus aguas se clasifican como ***Bicarbonatadas*** y presentan valores que no sobrepasan la norma de referencia NCh 1333.

- Ríos.

En esta categoría se incluyen todas las aguas superficiales tomadas en distintos tramos del curso principal del estero Puchuldiza y de quebradas afluentes. De ellas, en el área de sinter, la generalidad de las aguas se clasifica como Cloruradas Sódicas (GPL-104; GPL-105; GPL-106) y presentan excedencias significativas respecto a Arsénico (As), Cloro (Cl), Boro (B), Litio (Li) y Flúor (F) según la NCh 1333 agua para riego. Se observa además un incremento en los contenidos de arsénico de las aguas del río Puchuldiza en la dirección de su escurrimiento, observándose el mayor valor en su extremo SW (Muestra GPL-106) con un valor de 17,5 mg/l de As, siendo el aporte de las fuentes termales determinante en el incremento de este elemento.

- Pozas Termales.

En esta categoría se incluyen todas las aguas termales de Puchuldiza, Tuja, Chipamire y Quitariri. Las mayores temperaturas se observan en Tuja con 89ºC (GTL-01); en el área de Puchuldiza (sinter) se registran temperaturas comprendidas entre 66ºC (GPL-17) y 87ºC (GPL-08; GPL-117), la menor temperatura (46,7ºC) se registra en la muestra GPL-59 cercana al estero homónimo. En Qitariri se registran temperaturas de 82ºC (GUL-02) y en Chipamire temperatura de 56ºC (CFL-16).

Según los resultados analíticos de laboratorio y los diagramas de Stiff para los elementos mayores, todas las aguas hidrotermales del sistema geotermal son salobres y clasifican como Cloruradas sódicas, con concentraciones de cloruros que varían entre los 1465 mg/l (GPL-59) y 2910 mg/l (GPL-119). Cabe destacar que similar patrón se observa en el agua del Pozo de exploración Nº 1.

Respecto a los valores comparados con la Norma NCH1333, se observan excedencias significativas respecto a Arsénico (As), Boro (B), Cloro (Cl), Litio (Li) y Flúor (F). En Tabla 8.2 se subrayan estos valores c/r a la norma de referencia NCh 1333.

En la tabla adjunta identifica las muestras de aguas, tipo de fuente y clasificación de acuerdo a su concentración de aniones y cationes mayores.

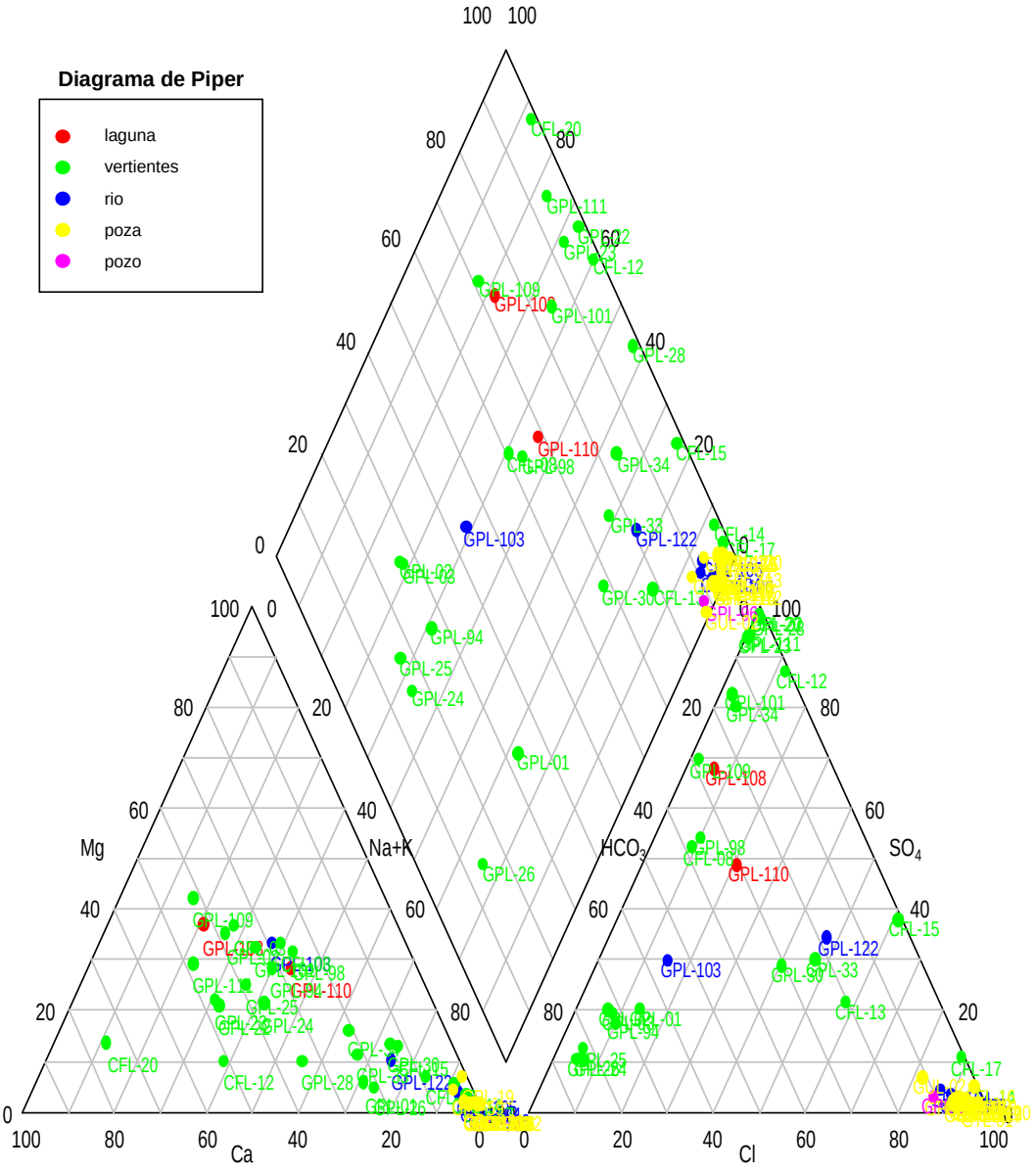
Tabla Nº 5-22 Clasificación Muestras SERNAGEOMIN

MUESTRA	TIPO FUENTE	CLASIFICACION
CFL-16; GPL-04 ; GPL-08; GPL-112, GPL-113; GPL-115 ,GPL-116; GPL-117 ; ,GPL-118; GPL-119;GPL-120; GPL-121;GPL-17; GPL-19;GPL-59, GTL-01;GUL-02	POZA TERMAL	Cloruradas Sódicas
GPL-104; GPL-105; GPL-106	RIO	
CFL-14; CFL-17	VERTIENTE	
CFL-13; CFL-15; GPL-30;GPL-33;GPL-34	VERTIENTE	Mezcla Cloruradas Sódicas-Sulfatadas-Bicarbonatadas
GPL-122	RIO	
GPL-01; GPL-02; PL-03 GPL-24 GPL-25;GPL-26; GPL-94	VERTIENTE	Bicarbonatadas
GPL-103	RIO	
GPL-101; GPL-109; GPL-111;GPL-22; GPL-23; CFL-20; GPL-28; CFL-12	VERTIENTE	Sulfatadas
GPL-108	LAGUNA	
GPL-98	VERTIENTE	Mezcla Sulfatada - Bicarbonatada
GPL-110	LAGUNA	

De manera complementaria, en el diagrama de Piper adjunto (Figura Nº 5-25) se ha incluido la totalidad de las muestras analizadas por SERNAGEOMIN. En color amarillo se representa las aguas hipertermales de Pozas; en verde las aguas de Vertientes; en rojo las aguas superficiales de Lagunas; en azul las aguas superficiales de ríos y afluentes y en amaranta, el agua termal del Pozo de exploración Nº1.

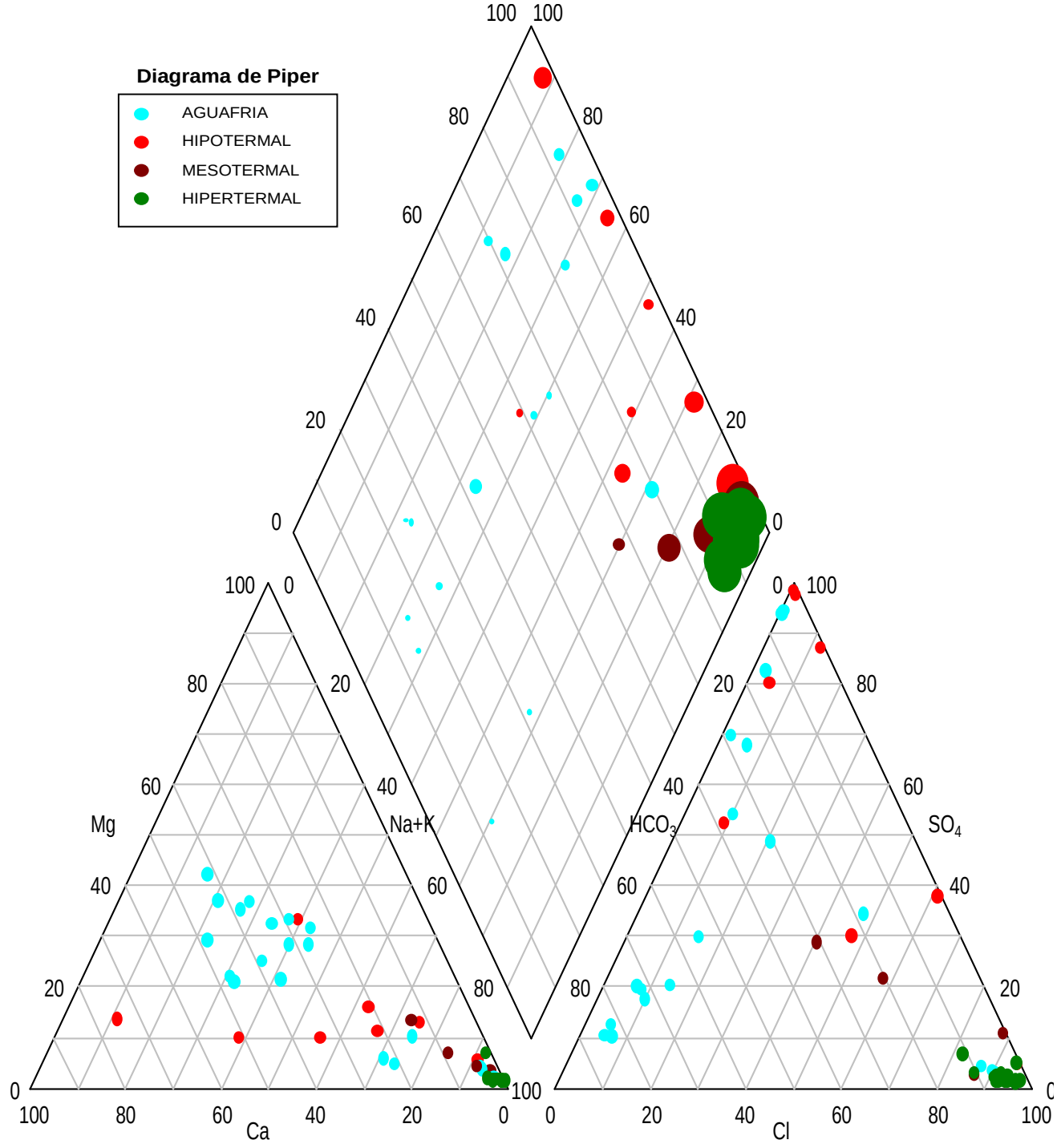
En la Figura Nº 5-26 se plotea las muestras según su Conductividad y Temperatura. Los rangos de temperatura considerados para la clasificación de las aguas fueron: Aguas Frías: 0ºC – 21,5 ºC; Aguas Hipotermales: 21,5ºC – 35,6 ºC; Aguas Mesotermales: 35,6ºC – 55.8 ºC y Aguas Hipertermales: > 55,8 ºC.

Figura Nº 5-25 Diagrama de Piper según tipo de las aguas



Fuente: JICA y CORFO, 1979.

Figura Nº 5-26 Diagramas de Piper según temperatura y conductividad



Fuente: JICA y CORFO, 1979.

Se observa una relación directa entre temperatura y conductividad de manera que las aguas hipertermales (Pozas y Pozo 1) presentan los mayores contenidos TSD y por tanto una conductividad elevada, lo que se refleja en su mayor diámetro de representación grafica. La totalidad de ellas se agrupa en el campo de aguas Cloruradas Sódicas. Las aguas mesotermales son preferentemente aguas de mezclas del tipo Cloruro Sódico Sulfatadas y Cloruro-Sulfatadas – Bicarbonatadas.

D. Resultado Línea Base Hidroquímica

La tabla adjunta integra los resultados analíticos de las aguas superficiales y termales del sistema Puchuldiza realizado en Diciembre 2009 y Enero 2010. Totalizan diez y ocho (18) muestras, cuatro (4) de ellas correspondientes a aguas del estero Puchuldiza (E2; E4; E5 y E6); tres (3) de aguas de vertientes (E1; E3 y PU-26) y once (11) de aguas de Pozas termales circunscritas al área del sinter de Puchuldiza.

Tabla Nº 5-23 Resultados Analíticos Monitoreo Diciembre 2009 Enero 2010

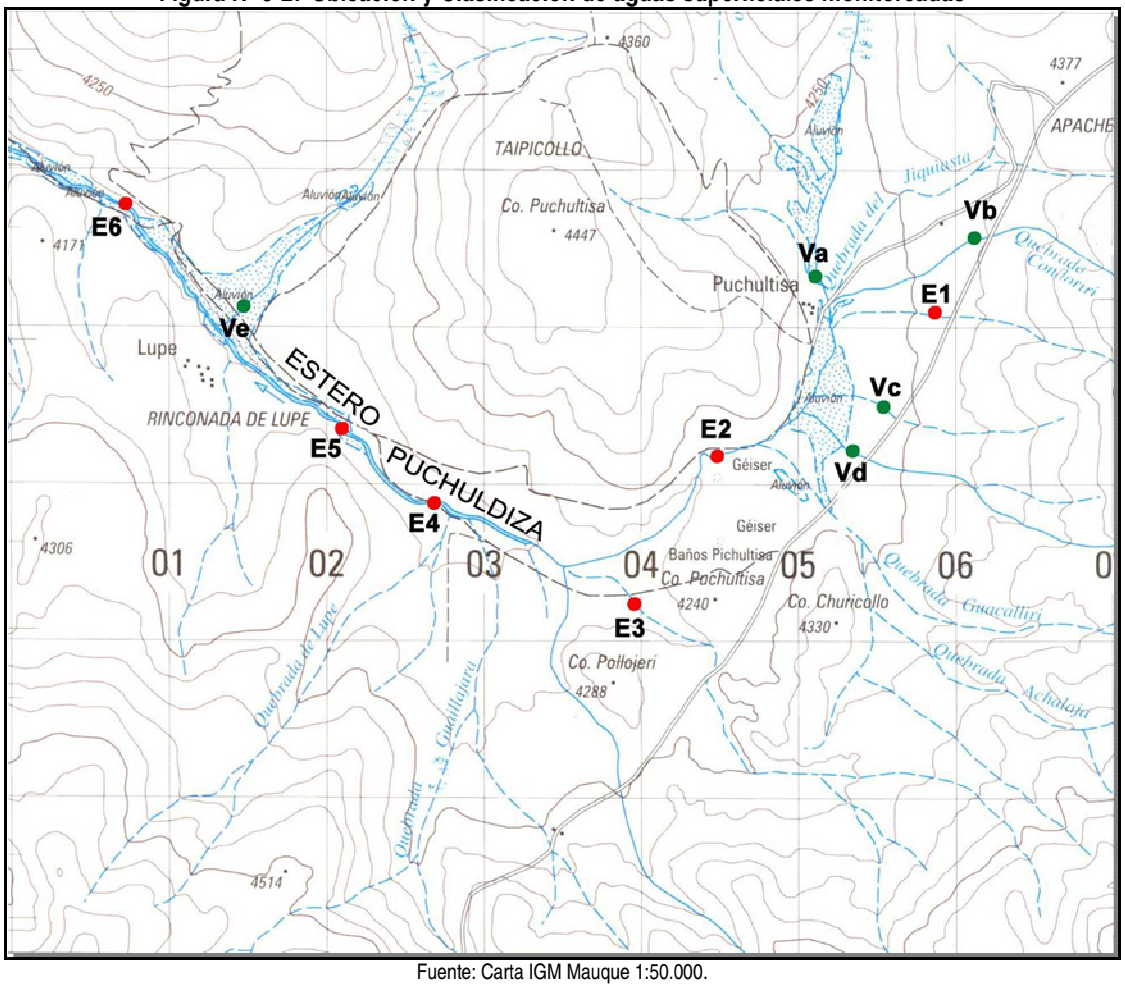
ID. FINAL	UTM E	UTM Norte	TIPO	T	pH Lab	Cond Lab	As	Ba	B	Cl	F	Fe	Li	Mn	Se	Na	Ca	K	Mg	HCO3	SO4	Silice Total	RAS	Oxigeno Disuelto	Alcalinidad Total
	(m)	(m)		(ºC)		(µS)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)
E1	505.905	7.855.048	VERTIENTE	20.5	8.3	86	0.008	<.01	0.44	1.81	<.01	<.03	0.05	<.01	<.004	8.32	8.52	10.2	2.3	59.7	9.9		0.65	7.7	49
E2	502.263	7.854.265	ESTERO	39.6	7.7	7780	9.32	0.10	45.3	2236.5	<.01	<.03	9.81	0.03	<.004	1528	78.4	298	10.6	297.6	100.8		42.9	8.12	244
E3	503.026	7.853.733	VERTIENTE	24.6	8.2	7180	8.09	0.06	39.8	2415.3	0.2	<.03	8.86	0.01	<.004	1728	135	313	4.14	318.4	84.4		39.9	8.35	261
E4	503.872	7.853.336	ESTERO	26.8	8.1	7290	9.20	0.05	44.9	2343.9	0.2	<.03	9.86	0.01	<.004	1640	62.2	29.7	3.6	268.4	85.3		54.6	8.24	220
E5	504.382	7.854.113	ESTERO	21.5	8.3	7700	8.16	0.04	39.1	2296.4	0.3	0.07	8.78	<.01	<.004	1704	33.1	21.3	5.72	272.1	88		71.9	8.22	223
E6	500.804	7.855.691	ESTERO	24.2	8.8	7530	8.77	0.05	39.3	2396.1	0.3	<.03	9.35	<.01	<.004	1554	74	280	2.99	267.2	187.9		48.1	8.01	219
PU-1	504.504	7.854.160	POZA TERMAL	80	7.8	7660	10	0.206	67.9	2380	2.5	0.05	10.4	0.175	<0.050	1280	47.2	165	1.86	231	176	189			
PU-2B	504.408	7.853.700	POZA TERMAL	78	7.8	9090	11.2	0.183	80.2	2822	4.1	0.085	12.1	0.015	0.054	1490	21.1	195	0.24	157	212	148			
PU-3	504.359	7.853.600	POZA TERMAL	82	7.9	8920	11.8	0.185	84.1	2773	3.3	0.034	12.2	0.0031	0.067	1530	12.5	199	0.1	153	168	146			
PU-4	504.202	7.853.477	POZA TERMAL	70	7.5	8330	13.9	0.267	85.7	2650	3	<0.030	11.0	0.101	<0.20	1420	43.1	193	0.92	252	202	153			
PU-5	503.800	7.853.469	POZA TERMAL	82	7.9	8460	11.4	0.147	83.4	2576	2.7	<0.030	12.7	0.218	0.068	1460	54.6	169	1.31	258	201	154			
PU-6	503.406	7.853.533	POZA TERMAL	86	7.86	7970	10.9	0.154	79.6	2517	2.4	0.256	11.3	0.396	0.062	1370	45.1	148	1.31	211	172	173			
PU-18A	503.801	7.853.406	POZA TERMAL	79	6.89	7990	10.9	0.176	76.4	2458	3	1.62	11.2	0.268	0.06	1350	36.8	166	1.18	199	173	263			
PU-23	504.310	7.853.086	POZA TERMAL	86	7.78	8060	10.3	0.29	75.3	2488	2.6	0.208	11.5	0.363	0.073	1360	47.22	170	1.25	252	161	237			
PU-26	503.862	7.852.144	VERTIENTE	20	7.14	124	0.0063	0.0126	0.38	<10	0.2	0.55	<0.0050	0.0472	<0.0010	6.3	8.08	5.3	3.66	48	<20	230			
PU-31	504.076	7.853.676	POZA TERMAL	84	8.38	8080	10.8	0.185	74.3	2380	2.9	0.344	11	0.202	<0.050	1280	46.1	165	1.17	252	180	43			
PU-32	504.189	7.853.868	POZA TERMAL	80	7.67	8320	13.1	0.163	83.4	2488	2.8	<0.030	10.5	0.192	<0.20	1350	47.7	161	1.59	260	220	198			
PU-35	504.342	7.854.050	POZA TERMAL	66	7.37	7260	10.7	0.189	66.8	2380	2	0.131	10	0.16	<0.050	1240	34.7	145	1.45	66	187	242			
NCh1333					5.5 -9.		<750	0.1	4	0.75	200	1	5	2.5	0.2	0.02	NE	N.E	NE	NE	NE	250				

Fuente: JICA y CORFO, 1979.

En la Tabla anterior, se indican los principales elementos analizados que caracterizan y clasifican las aguas del AID del Proyecto - desde su cabecera Nororiental (Qda Jiquiasta) hasta la porción Noroccidental de la Qda. Andacollo.

El periodo de muestreo correspondió al mes de febrero de 2010, periodo que ha sido particularmente seco, pudiendo muestrearse solo dos vertientes: E1 y PU- 26, ambas restringidas a los cursos medio y superiores de las quebradas que drenan los faldeos sur y oriental de los altos topográficos locales. En la figura siguiente se ubican las muestras de aguas superficiales analizadas.

Figura Nº 5-27 Ubicación y Clasificación de aguas superficiales monitoreadas



Fuente: Carta IGM Mauque 1:50.000.

- Vertientes:

A esta categoría pertenecen las muestras E1; E3 y PU.26. Se clasifican como Bicarbonatadas Sodicas (E1 y PU-26) y Clorurada Sódica (E3).

- Ríos:

En esta categoría se incluyen todas las aguas superficiales tomadas en distintos tramos del curso principal del estero Puchuldiza. Todas ellas, se clasifican como ***Cloruradas Sódicas.*** No se tiene registro de la calidad aguas arriba del área de sinter.

- Pozas Termales:

En esta categoría se incluyen las aguas termales del sector de Puchuldiza provenientes de geisers de fuente, pozas alineadas y pozas.

La siguiente tabla describe las principales características de las aguas monitoreadas

Tabla Nº 5-24 Principales características de las aguas monitoreadas

AGUAS SUPERFICIALES Y TERMALES DIC 2009 -ENERO 2101						
IDENT.	UTM E	UTM N	Temp	Tipo	ZONA	Clasificacion
	(m)	(m)	ºC			
E1	505.905	7.855.048	20,5	Vertiente	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Bicarbonatadas Sódicas
E2	502.263	7.854.265	39,6	Estero	Puchuldiza: Estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres	Cloruradas Sódicas
E3	503.026	7.853.733	24,6	Vertiente	Vertiente afluente estero Puchuldiza:Estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres	Cloruradas Sódicas
E4	503.872	7.853.336	26,8	Estero	Puchuldiza:Estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	Cloruradas Sódicas
E5	504.382	7.854.113	21,5	Estero	Puchuldiza: Estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres (Rinconada de Lupe)	Cloruradas Sódicas
E6	500.804	7.855.691	24,2	Estero	Puchuldiza:Estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	Cloruradas Sódicas
PU-1	504.504	7.854.160	80	Poza	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Bicarbonatadas Sódicas
PU-2B	504.408	7.853.700	78	Poza y Geiser de Fuente	Agua turbia. Bulle permanentemente, sin géiser. Sínter del suelo está caliente. 3 m al sur, géiser intermitente, bulle x30" cada 2,5', se eleva max. 30 cm.	Cloruradas Sódicas
PU-3	504.359	7.853.600	82	Pozas Alineadas	poza central y pozones laterales alineados EW.	Cloruradas Sódicas
PU-4	504.202	7.853.477	70	Geiser de Fuente	Agua de desborde es conducida hacia piscina artificial (lugar turístico). Poza acordonada. Cono de 2 m de alto.	Cloruradas Sódicas
PU-5	503.8	7.853.469	82	Poza		Cloruradas Sódicas
PU-6	503.406	7.853.533	86	Pozas alineadas	9 fuentes alineadas N40ºW; de 10 a 30 cm de diámetro.	Cloruradas Sódicas
PU-18A	503.801	7.853.406	79	Poza	12 m al N, poza con Q 0,5 a 1 l/s	Cloruradas Sódicas
PU-23	504.31	7.853.086	86	Geiser de Fuente	Géiser continuo, con pulsos de ebullición de 150 a 200/minuto.	Cloruradas Sódicas
PU-26	503.862	7.852.144	20	Vertiente		Cloruradas Sódicas
PU-31	504.076	7.853.676	84	Poza		Cloruradas Sódicas
PU-32	504.189	7.853.868	80	Poza	A 5 m en el rumbo de la estructura hacia el N, pequeño géiser de fuente.	Cloruradas Sódicas
PU-35	504.342	7.854.050	66	Geiser de Fuente	pozas y algunos géiseres < 20 cm alto que emanan en eje del estero Puchuldiza.	Cloruradas Sódicas

La grafica de Stiff representativa para las aguas superficiales y termales del periodo, se presenta en el **Anexo 5.3.4 – A**.

En el siguiente diagrama de Piper, los triángulos de la base representan los porcentajes de aniones y cationes fundamentales. En este diagrama se observa que la generalidad de las aguas superficiales son Cloruradas Sódicas a excepción de la muestra E1 y PU 26, las cuales son del tipo Bicarbonatadas Sodicas.

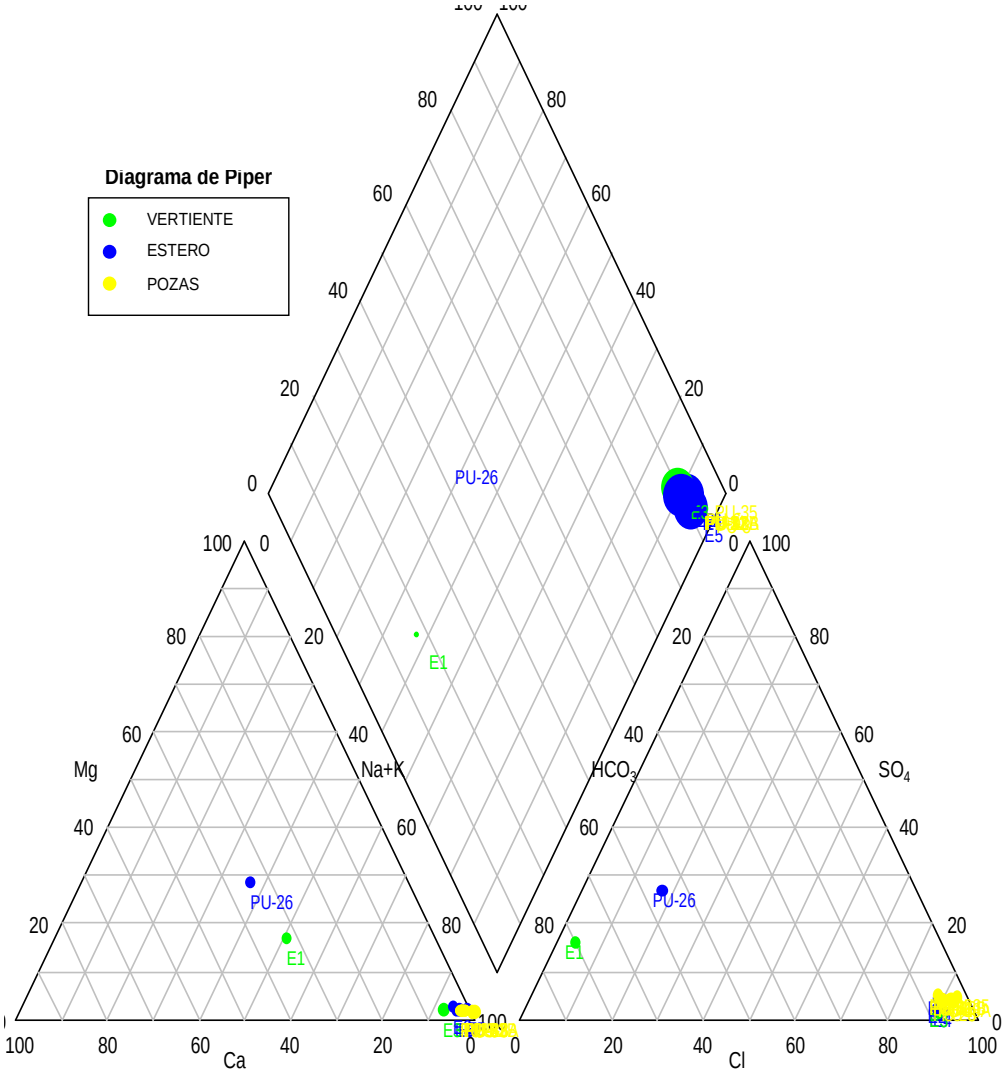
La primera (E1) corresponde al agua proveniente de la vertiente que alimenta al Estero Puchuldiza antes de su "ingreso" al sistema geotermal homónimo.

El menor valor de TSD y de C.E. se registra en estas aguas, tal como se muestra en la representación del diagrama. Un incremento significativo del contenido de sales disueltas se aprecia para todas aquellas que se sitúan en el área del sinter Puchuldiza.

En relación a las aguas termales, en ellas se registran los mayores contenidos de TSD y de C.E., siendo determinante el factor temperatura en la disolución de sales desde las rocas encajadoras. Corresponden a aguas hipertermales clasificadas como Cloruradas Sódicas.

El patrón de la calidad físico-química de las aguas superficiales y termales en el área de Puchuldiza obtenida en este trabajo, es consistente con la información entregada en estudios anteriores (CORFO-JICA y SERNAGEOMIN).

Figura Nº 5-28 Diagrama de Piper, muestra especialistas del EIA



Fuente: Elaboración propia.

E. Conclusiones

- En el AID se caracterizaron las aguas superficiales del estero Puchuldiza y de vertientes afluentes.

- El periodo de muestreo correspondió al denominado "invierno boliviano", no obstante el periodo fue particularmente seco y solo se muestrearon en el AID las aguas de dos vertientes E1 y PU 26.

- Las aguas superficiales del estero Puchuldiza en el área del sinter son de mala calidad, y excedidas con respecto a elementos normados según NCH 1333, en Cloruros, Sulfatos, Boro, Flúor y Arsénico, entre otros. Todas ellas se clasifican como ***Cloruradas Sódicas*** de pH neutro.
- Solo las aguas de las vertientes E1 y PU 26 presentan buena calidad, son aguas dulces, pH neutro, no contienen arsénico y salvo el Boro, están bajo los valores normados por la NCh 1333. Se clasifican en el tipo bicarbonatadas sódicas.

- El patrón de la calidad físico-química de las aguas superficiales y termales en el área de Puchuldiza obtenida en este trabajo, es consistente con la información entregada en estudios anteriores (CORFO-JICA y SERNAGEOMIN).

- Las aguas termales registran los mayores contenidos de TSD y de conductividad específica; se califican como aguas hipertermales cloruradas sódicas.

5.3.10 PELIGROS Y RIESGOS GEOLÓGICOS

5.3.10.1 Introducción

El concepto de riesgo geológico es todo proceso, situación o suceso en el medio geológico, natural, inducida o mixta, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad, y en cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geológicos.

En el área del Proyecto en la actualidad no existe población o infraestructura por lo que la vulnerabilidad es 0 y por lo tanto el **riesgo** es nulo, por lo que el análisis realizado es un análisis de **peligros geológicos.**

En el presente estudio, se ha evaluado si un riesgo es declarado o potencial, su importancia relativa y su probabilidad de ocurrencia.

Un peligro declarado se refiere a aquel fenómeno o proceso (p.ej. deslizamiento, aluvión) que se ha producido en el pasado, dejando evidencias geomorfológicas, sedimentológicas o de otra naturaleza que permiten identificarlo.

Un peligro potencial se define por medio del análisis de factores naturales o geológicos desfavorables para la estabilidad, tales como rocas intensamente fracturadas, pendientes muy abruptas para un material dado, etc. factores que pueden inducir el riesgo o actualizarlo.

La importancia relativa del peligro puede ser débil, media o fuerte. Su importancia se establece de acuerdo a su ubicación en el espacio y en el tiempo del desarrollo; a la intensidad del riesgo geológico y a si este es un riesgo permanente, intermitente o esporádico.

Los peligros geológicos identificados para el proyecto Puchuldiza han sido representados en La Cartografía N° 12 – Peligros Geológicos y son los siguientes:

- Aluvión
- Caída de rocas
- Derrumbe de detritos
- Deslizamientos o reptación de suelos
- Sismos
- Volcanismo

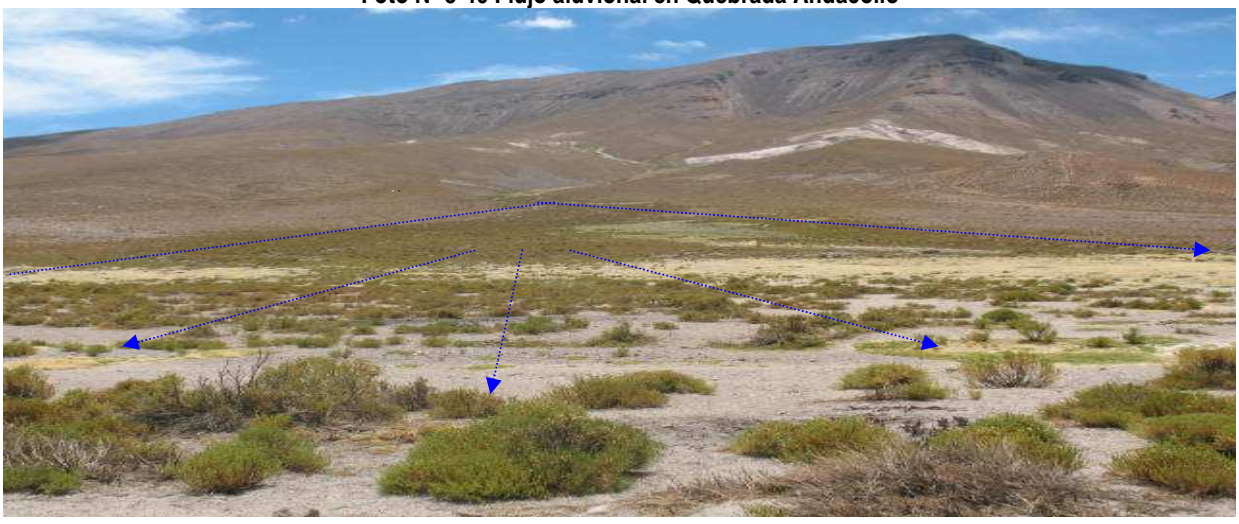
5.3.10.2 Flujos Aluvionales

Los flujos aluviones se producen durante tormenta con intensa precipitación en un corto periodo, generándose corrientes de agua con sedimentos que son capaces de arrastrar todo lo que encuentran en su trayectoria. El depósito del aluvión sucede normalmente en cualquier punto en que la velocidad de las aguas torrenciales se reduce, así como la capacidad de transporte de la corriente hasta que el traslado de sedimentos ya no es posible. En el altiplano de esta región es frecuente que ocurran tormentas de verano, asociadas al denominado invierno boliviano.

En el área de estudio se reconocen flujos aluvionales asociados a las quebradas que drenan la porción norte a través de las quebradas Mulluri Grande; Jiquiasta; desde el escarpe oriental del Cerro Condoriri por la quebrada homónima y las quebradas Guacalliri y Achalaja y desde las profundas quebradas subparalelas del Cerro Guaillane cuyos flujos descienden hacia la zona central del área.

Sus depósitos se localizan en las llanuras de inundación de las principales quebradas cuando estas confluyen al río Puchuldiza. La gran mayoría de estos depósitos actualmente están inactivos y algunos en su parte más baja se encuentran cubiertos por bofedales. Es un peligro declarado, de importancia media a fuerte y de alta probabilidad de ocurrencia

Foto Nº 5-40 Flujo aluvional en Quebrada Andacollo



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-41 Desarrollo de bofedal en el sector medio-distal de cono aluvional inactivo con pendiente hacia Estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-42 Sector NE del área. Depósito aluvional de la Quebrada Andacollo frente a Rinconada Lupe



Fuente: Elaboración propia.

5.3.10.3 Caídas de Rocas

La caída de rocas es un peligro potencial medio y de media probabilidad de ocurrencia. Este puede ocurrir en las zonas con pendiente mayor a un 45% y con la presencia de material suelto o en macizos rocosos fracturados donde la roca es de muy mala calidad geotécnica; estos ocurren cuando las fuerzas que actúan contra quiebra están sobrepasadas. Usualmente esta pérdida de resistencia ocurre debido a la presencia de agua y/o material meteorizado en conjunto con discontinuidades con orientaciones desfavorables. En el caso de cortes en roca, hay una pérdida de resistencia adicional cuando la roca fresca está expuesta a procesos de meteorización, físicos y químicos. Por lo general se generan caídas o deslizamientos de bloques que luego adoptan una trayectoria de caída las que con el transcurso del tiempo forman los depósitos de escombros y coluvios.

La siguiente Fotografía muestra bloques de rocas volcánicas de gran tamaño se observan en la ladera Oeste, susceptible de ser movilizado bajo los efectos de la gravedad, acción hídrica (precipitaciones y escorrentía superficial) y/o sísmica.

Foto Nº 5-43 Vista hacia cumbre Cerro Condonini.



Fuente: Elaboración propia.

La foto siguiente muestra Sector NE del área, bloque errante proveniente de los depósitos morrenicos dispuestos en ladera Oeste de la Qda Mulluri hacia la desembocadura a Estero Puchuldiza.

Foto Nº 5-44 Sector NE del área



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente ilustración muestra el Sector de la confluencia de la quebrada Puchuldiza con las quebradas Lupe, Andacollo, en ladera poniente se observan grandes bloques provenientes de la erosión de los depósitos morrenicos.

Foto Nº 5-45Sector de confluencia de la Quebrada Puchuldiza con las Quebradas Lupe y Andacollo



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-46 Vista hacia cumbre de ladera (foto anterior)



Fuente: Elaboración propia.

5.3.10.4 Derrumbe de Detritos

El peligro de derrumbe de detritos es un peligro declarado, moderado y de alta probabilidad de ocurrencia. Estos comprometen a los depósitos coluviales en laderas de pendientes abruptas.

Esta situación se observa entre otras, en la ladera occidental del Cordón Cº Condoriri y ladera SE del Cº Puchuldiza, en este ultimo sector se observa una cubierta de material poco cohesionado constituido por rocas de la Fm Puchuldiza alteradas hidrotermalmente las que se presentan fracturadas, con abundante agilización, el material

fragmentado presenta baja cohesión. El conjunto define una extensa ladera en la cual se observan derrumbes de detritos.

La siguiente foto muestra Fragmentos de rocas alteradas hidrotermalmente con abundante arcillas y finos erosionados por aguas lluvias.

Foto Nº 5-47 Ladera sur Cº Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente Foto muestra Vista hacia sinter Puchuldiza desde ladera SE del Cº Puchuldiza, cercano a estero homonimo. Abundante material fragmentario de rocas alteradas.

Foto Nº 5-48 Vista hacia sinter Puchuldiza desde ladera SE del Cº Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

5.3.10.5 Deslizamiento o Reptación de suelos

Corresponden a deslizamientos de poco espesor por lo general menores a un metro que afectan a la capa superficial de rocas volcánicas meteorizadas o a una delgada cubierta vegetal producto de las cortas e intensas precipitaciones ocurridas durante los inviernos Bolivianos. Estos deslizamientos o reptación de laderas involucran volúmenes poco significativos de material tal como se observa en las siguientes fotos

Foto Nº 5-49 Reptación de suelos en delgada cubierta de detritos en laderas



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-50 Sectores desprovistos de vegetación asociados a reptación de laderas y/o flujo de detritos



Fuente: Elaboración propia.

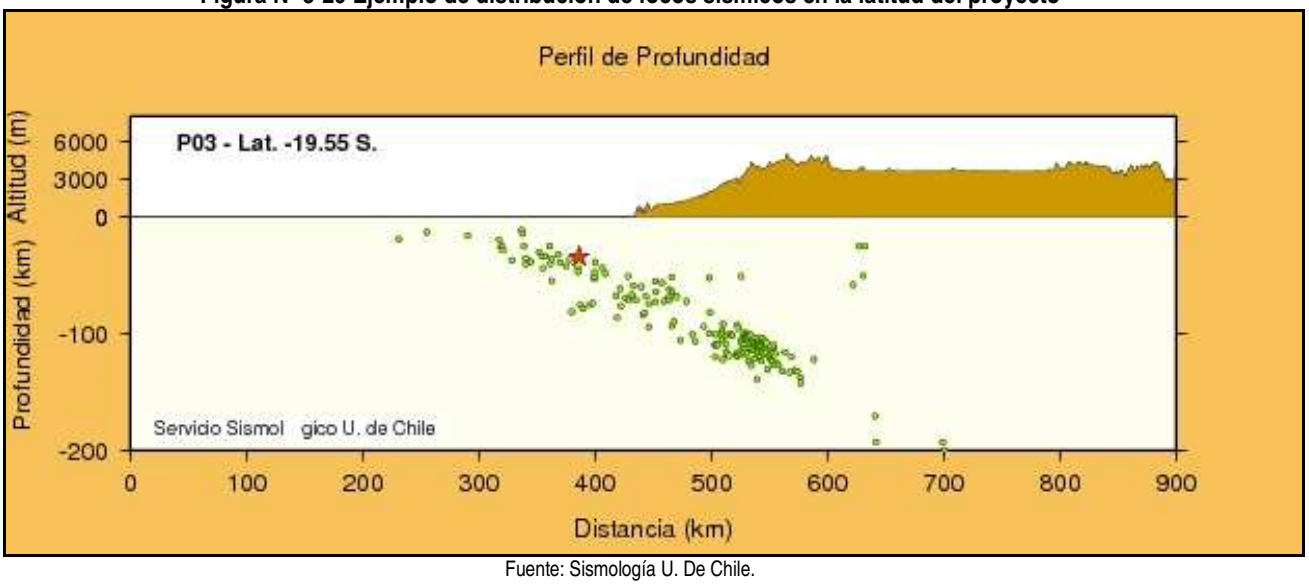
5.3.10.6 Peligros sísmicos

La sismicidad corresponde a un peligro geológico de carácter endógeno y sus efectos en las formas del paisaje, será mayor o menor dependiendo de la fragilidad que ellas posean. Los movimientos sísmicos tienden a generar desprendimiento de material suelto, reptación de material por pendientes fuertes, caída de rocas, fracturas y activación de fallas.

El territorio norte de Chile muestra una estadística elevada de sismos de magnitudes de grado medio a alto. La actividad sísmica del territorio nacional está asociada al movimiento convergente de la placa oceánica denominada de Nazca y la Placa Sudamericana, cuyo contacto se manifiesta a través de una fosa marina de dirección norte-sur, y que discurre paralela a la costa a una distancia entre 100 y 200 km de ella.

La subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana es la causante de la gran mayoría de terremotos grandes de Chile, cuyos focos son superficiales cerca de la fosa y se profundizan hacia el interior del continente americano para alcanzar profundidades de 100 a 300 km en la zona cordillerana y altiplánica, área en la cual se inserta el proyecto, según se muestra en Figura Nº 5-29 Ejemplo de distribución de focos sísmicos en la latitud del proyecto Perfil de Profundidad.

Figura Nº 5-29 Ejemplo de distribución de focos sísmicos en la latitud del proyecto



Fuente: Sismología U. De Chile.

Los sismos interplacas chilenos, desde el punto de vista de la capacidad de destrucción, corresponden a aquellos de magnitudes Richter Ms superiores a 7,5 y se tipifican como Terremotos. Normalmente se ubican en la zona costera o en el mar entre la fosa y el continente.

Otro tipo de sismos son los llamados sismos corticales, responden a la acumulación de tensiones en la corteza terrestre (intraplaca) y comúnmente están asociados a movimientos de fallas superficiales activas.

Cabe destacar que en el área de Puchuldiza, las fuentes termales se encuentran alineadas a rasgos estructurales que pudieran corresponden a sistemas de fallas activas. No existen estudios al respecto.

En la región de Tarapacá, existen registros de grandes terremotos de magnitud Ms ≥ 7,5 Richter, los que han ocurrido históricamente en el mar o en la zona costera. En la Tabla Nº 5-26se presentan los sismos de intensidades con características de terremoto que han afectado la I Región. Estos datos se obtuvieron del Servicio Sismológico Universidad de Chile.

Tabla Nº 5-25 Grandes sismos ocurridos entre 1831 al 2007 entre los 19º y 24º lat. Sur

AÑO	MAGNITUD Ms	PROF. Km.	AREA AFECTADA
1831	7.8	-	Arica
1833	7.7	60	
1868	8.5		Tarapacá
1869	7.5		
1871	7.3		
1877	8.5		Tarapacá
1878	7.9	40	Tarapacá
1906	7.3		Arica-Iquique
1911	7.3		Iquique-Huara
1926	7	180	
1928	7.1	25	
1929	7.5	100	
1933	7.6	40	Iquique
1934	7		Zapiga-Tarapacá
1943	7.2	150	
1943	7	100	
1949	7.3	110	Arica-Iquique
1949	7	100	
1953	7.4	128	
1956	7.1	11	Arica-Iquique
1957	7		
1959	7.5	83	
1962	7.1	107	
1967	7.5	33	
1976	7.3	82	Pozo Almonte
1987	7.3	62	
1987	7.1	42	
1995	7.3	47	
2005	7.8	108	Pica Huara
2007	7.5	47.7	Tocopilla

Fuente: Instituto Sismológico Universidad de Chile; Sismos de Magnitud Ms> 7.Ref.

Según estos antecedentes, para el área se observa la ocurrencia de más de un evento con características de terremoto, de ellos se destaca el terremoto ocurrido el 13 de Junio del 2005, de magnitud 7,8-7.9 (Mw) y cuyo epicentro fue localizado en la comuna de Huara (latitud 19°59´S y longitud 69°47´W) a una profundidad de 108 Km.

Las comunas más dañadas de la región asociada a este evento, fueron: Camarones en la Provincia de Arica y Alto Hospicio, Camiña, Huara, Iquique, Pica, Pozo Almonte y Colchane, cercana al área de Puchuldiza en la Provincia de Iquique.

En la siguiente tabla se indica las localidades y las Intensidades registradas asociadas a este evento.

Tabla Nº 5-26 Intensidades sismo Junio 2005

LOCALIDAD	INTENSIDAD	LOCALIDAD	INTENSIDAD
Camiña	6,5	Chusmisa	6,5
Quisama	7,5	Pozo Almonte	7,5
Quistagama	7	Quipisca	7
Chillaiza	6	Iquinca	7,5
Moquella	7	Parca	7,5
Dolores	6	Mamiña	7
Huara	8	Macaya	7
Baquedano	8	La Tirana	6,5

LOCALIDAD	INTENSIDAD	LOCALIDAD	INTENSIDAD
Gauarasiña	9,5	La Guaica	7,5
Tarapaca	9,5	Matilla	7,5
Pachica	9	ica	7,5
Sibaya	7,5	Estacion Pintado	6
Limacsiña	9	Colonia Pintado	7,5
Usmagama	8	Iquique	6,5

Fuente: Seminario: "El Terremoto del Norte Grande (Tarapacá)" M. Aztroza, M. O. Moroni, 2005.

De la misma fuente, los autores indican que en la mayor parte de las localidades un importante número de viviendas (aprox 9.000) resultaron destruidas o seriamente dañadas y la red vial fue seriamente dañada, afectando tanto a la red básica nacional, la red primaria y la red secundaria. Esta situación afectó principalmente a las comunas rurales localizadas del interior, las que se encontraron en situación de aislamiento.

Los autores, sobre la base de información de terreno, graficaron curvas de Intensidades siendo la curva de intensidad 6,5 la más cercana al área del Proyecto.

En relación al Proyecto, la ocurrencia de sismos de altas magnitudes es un dato a considerar en la ingeniería y diseño del proyecto, aspecto que debe ser resuelto con estudios específicos.

5.3.10.7 Peligros Volcánicos

El área de estudio se encuentra alejada de centros volcánicos activos. El volcán más cercano es el Isluga, distante 32 kilómetros al noreste del proyecto.

No obstante, debe considerarse como peligro volcánico la actividad asociada al campo geotermal, en el sector centro oriental del área. Tal como se ha descrito, allí se desarrollan varias fuentes termales que emanan agua a alta temperatura, entre 80º y 86º C. Los riesgos asociados a este peligro consisten en aquellos que pueden involucra a personas expuestas a contacto inmediato con las fuentes termales: quemaduras con el agua hirviendo, intoxicación por inhalación de gases (H_2S) y caídas por terrenos inestables (cavernas bajo el sínter).

5.3.10.8 Conclusiones

- Los principales peligros geológicos reconocidos corresponden a fenómenos de remoción en masa, tales como aluviones, caída de rocas, derrumbe de detritos, y reptaciones de suelo.
- Los flujos aluvionales representan un peligro declarado, de importancia media a fuerte y de alta probabilidad de ocurrencia. Las áreas identificadas susceptibles para la ocurrencia de estos flujos son las quebradas Chiguanani; del Jiquiasta; Condorini; Guacalliri; y Achalaja. La mayoría de los depósitos generados por flujos aluvionales indican que ellos corresponden a actividad no reciente estando algunos de ellos cubiertos por bofedales en su parte más distal.
- La caída de rocas es un peligro potencial medio y de media probabilidad de ocurrencia. Depósitos de este tipo se observan en: ladera oeste de la Quebrada Mulluri, en la confluencia con el Estero Puchuldiza; en los segmentos apical y medio del cerro Condorini; y en sector de confluencia de las quebradas Puchuldiza, Lupe y Chiguanani.
- El peligro de derrumbe de detritos es un peligro declarado, moderado y de alta probabilidad de ocurrencia. Se observan en la parte baja de la ladera SE del Cerro Puchuldiza.
- Los deslizamientos o reptación de laderas afectan la capa superficial de rocas meteorizadas o a una delgada cubierta vegetal producto de las cortas e intensas precipitaciones. Involucran volúmenes poco

significativos de material fragmentado. Se observan en la ladera occidental del cordón del cerro Condorini y en la ladera sureste del cerro Puchuldiza.

- Respecto a peligro sísmico, la Región de Tarapacá, donde se emplaza el proyecto, se ha visto afectada por la ocurrencia de más de un evento con características de terremoto (magnitud mayor a 7,5º Richter), con epicentros profundos. La intensidad proyectada para el área del proyecto deducida del terremoto del 13 de Junio 2005 fue de 6,5. magnitud Richter.
- La ingeniería y diseño del proyecto debe considerar como dato cierto la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos en la región.
- En cuanto a peligros por reactivación de fallas, en el área se identifican fallas asociadas a las fuentes termales, que han tenido actividad al menos en el pasado geológico reciente (Plio- Pleistoceno, 2,5 millones de años a 10.000 años AC). Se ignora si estas fallas se encuentran activas, ya que no existen estudios específicos al respecto.
- En lo referente a peligros volcánicos, el área de estudio se encuentra alejada de centros volcánicos activos. El volcán más cercano es el Isluga, distante 32 kilómetros al noreste del proyecto.
- Finalmente, se reconocen peligros asociados a la actividad de las fuentes termales, pudiendo afectar a personas por contacto inmediato con las fuentes (quemaduras, intoxicación por gases y caídas por terrenos inestables (cavernas).

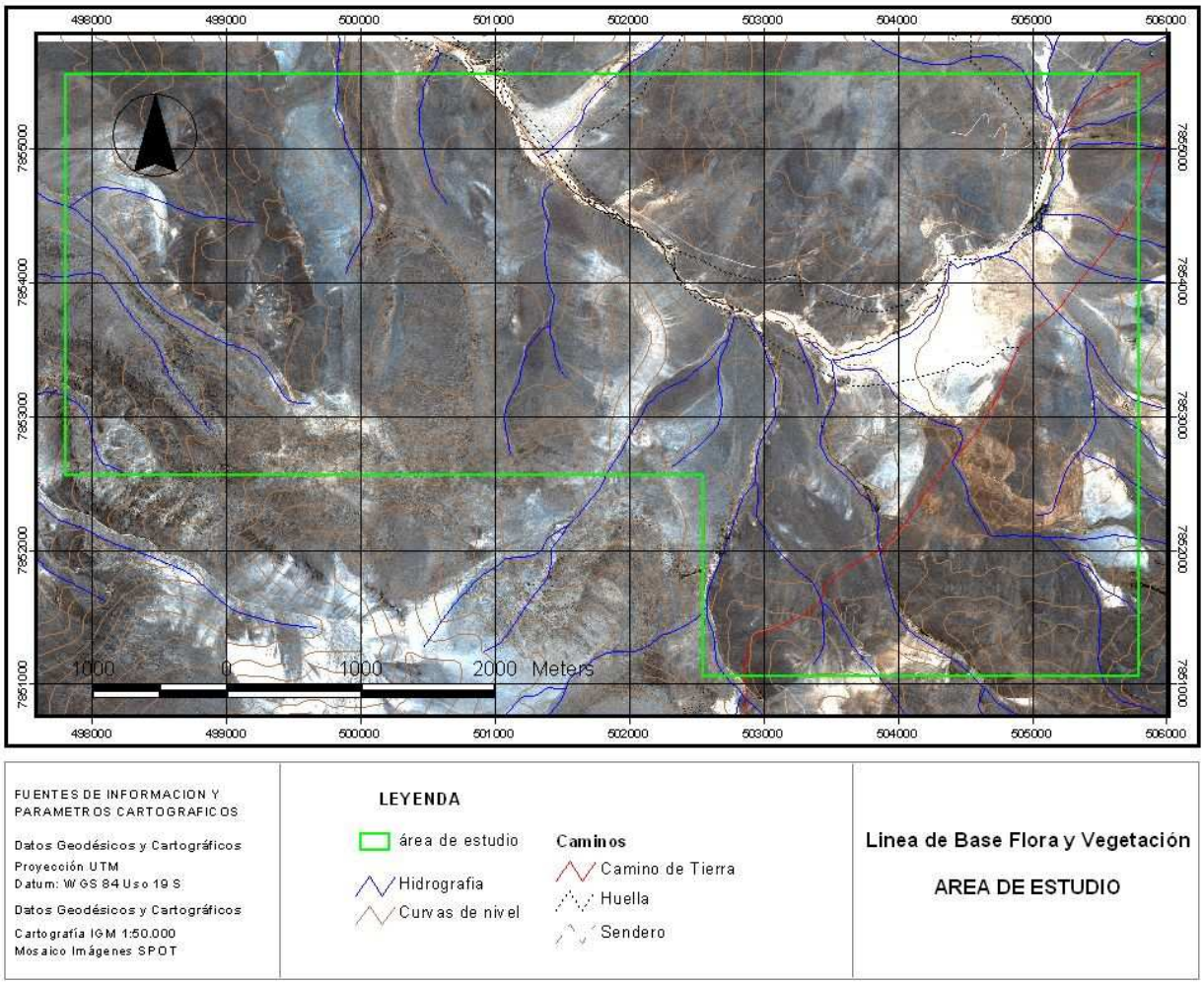
5.4 MEDIO BIÓTICO

5.4.1 VEGETACIÓN Y FLORA

5.4.1.1 Vegetación y Flora

Para la elaboración de la Línea Base de los sistemas de vegetación presentes en la zona en estudio, se consideró la sección nororiente de la Quebrada de Aroma y sus nacientes. La siguiente figura muestra la localización del área de estudio.

Figura Nº 5-30 Ubicación del área de Influencia de la componente Flora y Vegetación



Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.2 Objetivos

Objetivo general

Caracterizar los sistemas de vegetación (Vegetación y Flora) que se desarrollan actualmente en el área correspondiente a la sección nororiente de la Quebrada de Aroma y sus nacientes, además de elaborar un catálogo de la flora presente en el área de influencia.

Objetivos específicos

1. Vegetación
    a. Establecer y caracterizar el marco biogeográfico en el cual se inserta la vegetación presente en el área del proyecto.
    b. Identificar, delimitar y caracterizar las formaciones vegetacionales que se desarrollan en la actualidad en el área de proyecto.

c. Identificar, delimitar y caracterizar sitios de singularidad vegetacional dentro del área de estudio, en caso que se detecten.

2. Flora
   a. Caracterizar la flora del área de estudio.
   b. Identificar y caracterizar las especies consideradas endémicas de la región y del país, y las que presenten problemas de conservación a nivel nacional, regional o local, como así mismo aquellas de importancia ecológica y/o científica para los sectores involucrados en el proyecto.

5.4.1.3 Metodología

Levantamiento y Procesamiento de la Información

Las actividades relacionadas con el levantamiento de información (campaña de terreno) se realizaron entre los días 15 – 18 de diciembre de 2009. De acuerdo con lo planteado en los objetivos, la vegetación del área fue caracterizada en función de la distribución actual de las formaciones vegetales dentro del área de influencia del proyecto, cubrimientos de las distintas estratas vegetales y densidad relativa de las especies dominantes en cada formación de vegetación

Conjuntamente, la flora fue caracterizada mediante su estado de conservación, nivel de distribución actual dentro del área del proyecto, origen biogeográfico e importancia específica por su nivel de endemismo o valor científico.

a. Vegetación

La vegetación se evaluó mediante la definición de unidades homogéneas para el área en estudio, las cuales fueron discriminadas en función de características estructurales y especies dominantes presentes en ellas.

La delimitación de dichas unidades se definió a priori, mediante la fotointerpretación de unidades espaciales homogéneas en cuanto a textura y color, sobre la base de imágenes satelitales (Mosaico SPOT), las cuales fueron verificadas en terreno de acuerdo con la metodología de la “Carta de Ocupación de Tierras" (COT), desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS), Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982), siguiendo la siguiente pauta de evaluación.

Códigos Tipos Biológicos - Cubrimiento: cada una de las unidades cartográficas se describió según los siguientes rangos de cubrimiento establecidos para cada tipo biológico.

Tabla Nº 5-27 Tipos Biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT

TIPO BIOLÓGICO		ÍNDICE DE CUBRIMIENTO (N)		
LA n:	Leñoso alto, con cubrimiento n	1:	1 – 5%	Muy escaso
LB n:	Leñoso bajo, con cubrimiento n	2:	5 – 10%	Escaso
H n:	Herbáceo, con cubrimiento n	3:	10 – 25%	Muy Claro
S n:	Suculento, con cubrimiento n	4:	25 – 50%	Claro
		5:	50 – 75%	Poco denso
n =	Índice de cubrimiento	6:	75 – 90%	Denso
		7:	90 – 100 %	Muy denso

Fuente: Elaboración propia.

Códigos Tipos Biológicos - Altura: cada una de las unidades cartográficas se describió según los siguientes rangos de altura establecidos para cada tipo biológico.

Tabla Nº 5-28 Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT

Leñoso Alto (LA)			Leñoso Bajo (LB)		
Simbolo	**Altura**	**Estrata**	**Simbolo**	**Altura**	**Estrata**
$\overline{LA}$	< 2m	Extremadamente Baja	$\overline{LB}$	< 5 cm	Extremadamente Baja
LA	2 – 4 m	Muy Baja	LB	5 – 25 cm	Muy Baja
$\underline{LA}$	4 – 8 m	Baja	$\underline{LB}$	25 – 50 cm	Baja
$\boxed{LA}$	8 – 16 m	Media	$\boxed{LB}$	50 – 100 cm	Media
(LA)	16 – 32 m	Alta	(LB)	100 – 200 cm	Alta
△LA	> 32 m	Muy Alta	△LB	> 200 cm	Muy Alta

Herbáceo (H)			Suculento (S)		
Simbolo	**Altura**	**Estrata**	**Simbolo**	**Altura**	**Estrata**
$\overline{H}$	< 5 cm	Extremadamente Baja	$\overline{S}$	< 5 cm	Extremadamente Baja
H	5 – 25 cm	Muy Baja	S	5 – 25 cm	Muy Baja
$\underline{H}$	25 – 50 cm	Baja	$\underline{S}$	25 – 50 cm	Baja
$\boxed{H}$	50 – 100 cm	Media	$\boxed{S}$	50 – 100 cm	Media
(H)	100 – 200 cm	Alta	(S)	100 – 200 cm	Alta
△H	> 200 cm	Muy Alta	△S	> 200 cm	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia.

Además se consideraron, aquellas zonas desprovistas de vegetación, como son las áreas de suelo desnudo, roqueríos y todas aquellas que representen algún grado de alteración o intervención al sistema de vegetación que se presenta en este sector.

Esta información, complementada con los antecedentes bibliográficos recopilados, conforma la Cartografía de la Vegetación para el área de estudio. En ella se representan los tipos biológicos (leñoso alto o árboles, leñoso bajo o arbustos, herbáceas y suculentas) y su grado de recubrimiento de la superficie (%), además de las especies dominantes participantes.

b. Flora

En la realización del catastro florístico se establecieron parcelas florísticas libres (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974), en las cuales se registraron todas las especies presentes, su grado de cubrimiento (participación porcentual) y estado fenológico.

Junto con lo anterior, y de modo complementario, se rastrearon ejemplares fuera de los puntos definidos para los inventarios florísticos; en todos los casos en que resultó necesario se colectó fragmentos para su posterior determinación taxonómica en laboratorio.

Para la determinación de los estados de conservación de la flora, en el caso de las especies leñosas y suculentas se consultó a Benoit (1989), para las Pteridófitas a Benoit (1989) y Baeza et al (1998), para bulbosas a Benoit (1989) y

Ravenna *et al* (1998), y para las cactáceas a Benoit (1989) y Belmonte et al (1998), señalandose en cada caso la fuente respectiva. Se consultaron además los 4 procesos de clasificación de especies en categorías de conservación, correspondientes al DS Nº 151/2007, DS Nº 50/2008, DS Nº 51/2008 y DS Nº 23/2009 Minsegpres.

5.4.1.4 Antecedentes Generales

A nivel nacional, el área estudio se ubica administrativamente en el altiplano de la región de Tarapacá, provincia del Iquique, comuna de Colchane.

A nivel continental el área de influencia del proyecto, en los dos sectores considerados, se ubica en el reino Neotropical, Dominio Andino-Patagónico, provincia Altoandina (Cabrera y Willink, 1973). Actualmente esta clasificación presenta una nueva interpretación, ubicándose el área de estudio en el Reino Austral, Región Andina, subregión Páramo-Puneña, Provincia de la Puna (Morrone, 2001 y 2002). Esta reciente clasificación da más énfasis a las relaciones fito y zoogeográficas, especialmente en lo que dice relación con análisis panbiogeográficos y cladísticos, dando relevancia a los endemismos.

De acuerdo a Gajardo 1983 y 1994, la zona se ubica en la Región de la Estepa Altoandina. Esta región se encuentra en la Cordillera de los Andes árida y semiárida, desde el límite con Perú y Bolivia hasta las montañas andinas de la VII Región del Maule. Los factores determinantes son la latitud y el relieve como complejo modificador de todos los otros factores, siendo las bajas temperaturas y la aridez relativa, la que determina la fisionomía de sus formaciones vegetales. Con respecto a esto, las formas de vida existentes en esta región son muy homogéneas, aunque pueden resumirse en tres tipos biológicos principales: Plantas pulvinadas o en cojín; gramíneas cespitosas, correspondientes a pastos duros o pajas (Pajonal) y arbustos bajos de follaje reducido (Tolar).

El área de influencia, dentro de ésta Región, se ubica dentro de la Sub-región del Altiplano y la Puna la cual está representada por la formación vegetacional de la Estepa Altoandina sub-desértica.

Por otra parte, de acuerdo a Luebert y Pliscoff (2006), el área de estudio se encuentra entre las formaciones de matorral bajo de altitud, adscrito a 3 pisos vegetacionales, correspondientes a "Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta*", "Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Festuca orthophilla*" y "Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *P. quadrangularis*"

5.4.1.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados del levantamiento de Línea Base de Flora y Vegetación correspondiente al área de estudio.

5.4.1.5.1 Vegetación

En el área de estudio, se delimitó un total de 10 unidades de vegetación, las que equivalen a un total de 2.887 hectáreas. Desde el punto de vista de la vegetación, es posible discriminar dos grupos de tipologías, en primer lugar se encuentran aquellas que responden a las condiciones ambientales generales de la región ecológica y constituyen la vegetación "zonal" que se desarrolla en el entorno general, correspondiente a las laderas y lomajes arenoso-rocosos del sistema de cerros en torno a la depresión en que se inserta el campo de Géiseres de Puchuldiza. En segundo lugar se encuentran aquellas formaciones vegetacionales que responden a situaciones particulares dentro de esta área ecológica conformando la vegetación "azonal" dentro del área en estudio y que en este caso en particular corresponden a aquellas formaciones que se desarrollan asociados a los cursos hídricos permanentes.

Un tercer elemento "avegetacional" lo constituyen aquellas áreas que carecen de cubierta vegetal. En las 2 tablas siguientes se presenta el detalle del número de unidades y la superficie ocupada por cada una de las tipologías que componen cada uno de los grupos de vegetación que se reconocen en las áreas de influencia del proyecto.

Tabla Nº 5-29 Unidades vegetacionales en el área de estudio

Unidad	Formación	Especies Dominantes	Tipología	Ambiente	Superficie (ha)
1	LB $\bar{H}_4$	Pl Pq / fo	Pajonal – Tolar	Zonal	2.110,4
2	$\underline{LB}_5$ $\bar{H}$	Pl Pq / fo	Tolar – Pajonal	Zonal	383,85
3	H_4	fo	Pajonal	Zonal	79,87
4	$\bar{H}_2$	cm	Pajonal Hídrico Salino	Azonal	95,37
5	ZD	---	Suelo Desnudo	Zonal	50,02
6	H $\bar{H}_5$	de / cm wp	Bofedal	Azonal	15,56
7	$\underline{H}_2$ $\bar{H}_3$	fo /de	Bofedal – Pajonal Hídrico	Azonal	9,75
8	$\underline{LB}_2$ $\underline{H}_3$ H	Pl Pq / fo / ac	Pajonal – Tolar con Llaretas	Zonal	74,74
9	LA $\underline{LB}_2$ $\underline{H}_3$	PT / Pl Pq / fo	Pajonal – Tolar con Queñoa	Zonal	4,54
10	H_2	fo	Pajonal	Zonal	62,33

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior, el grupo vegetacional mas importante en cuanto a superficie corresponde a la vegetación zonal, la que ocupa un total de 2.716 ha, correspondientes al 94,1% de la superficie total en estudio, repartidas en un total de 36 unidades. El grupo de unidades pertenecientes a la vegetación azonal, ocupan un total de 120,7 hectáreas, equivalentes al 4,2% de la superficie total, repartidas en 69 unidades. En tercer lugar, se encuentran los sectores sin vegetación, o con cubrimientos inferiores a un 1% de la superficie, estos sectores ocupan un total de 50,02 hectáreas, que corresponden a un 1,7% de la superficie estudiada y considera unas 13 unidades. A continuación se detallan cada uno de los grupos de vegetación que se presentan actualmente en la porción del área de influencia del proyecto. La figura de la cartografía de la vegetación respectiva se presenta en Plano N°8 – Flora Terrestre.

5.4.1.5.2 Vegetación Zonal.

En este grupo de unidades es posible distinguir tres tipos de vegetación (tipologías) principales, en función de las especies dominantes que marcan la fisionomía de cada una de las unidades delimitadas y corresponden a: Pajonal, Tolar y Suelo desnudo. Además se presentan combinaciones de estos tipos conformando unidades complejas en las que se alternan indistintamente las tipologías antes mencionadas. En la Tabla Nº 5-30 se presenta un resumen de estas tipologías y el área que representan del sector evaluado.

Tabla Nº 5-30 Tipología de vegetación Zonal en el AIP, según COT

TIPOLOGÍA	Nº UNIDADES CARTOGRÁFICAS	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Pajonal – Tolar	16	2.110,40	73,1
Tolar – Pajonal	11	383,85	13,3
Pajonal	3	79,87	2,8
Suelo Desnudo	13	50,02	1,7
Pajonal – Tolar con Llaretas	3	74,74	2,6
Pajonal – Tolar con Queñoa	1	4,54	0,2
Pajonal	2	62,33	2,2
Total	49	2.765,75	95,9

Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.5.3 Vegetación Azonal.

Respecto a aquella vegetación que se encuentra presente en el área producto de alguna condición ambiental particular, en este caso un suministro hídrico permanente y que permite su clasificación como humedal, en la tabla siguiente se presenta el resumen de los diferentes tipos que fue posible discriminar en el área de estudio.

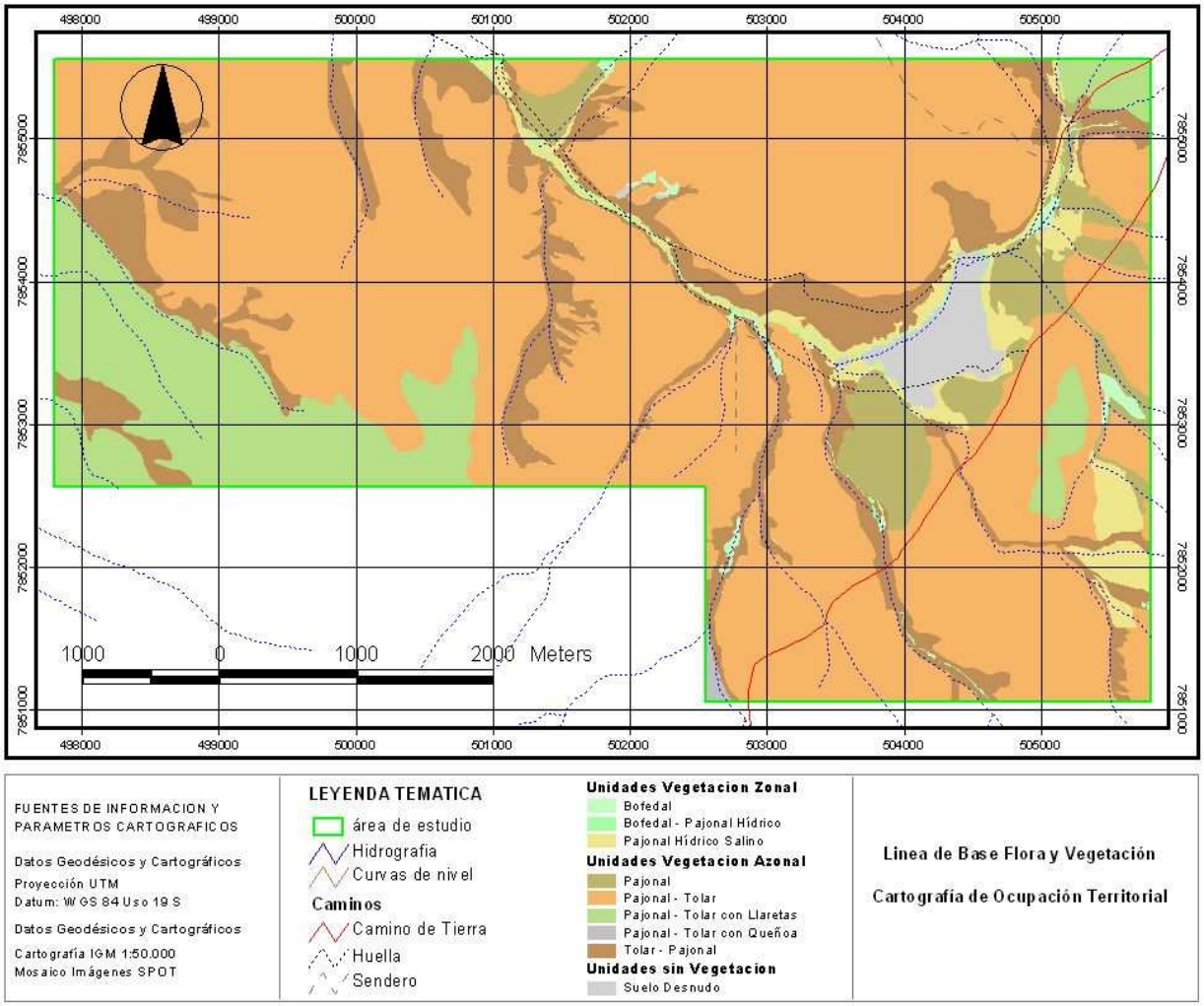
Tabla Nº 5-31 Tipología de vegetación Azonal en el AIP, según COT

TIPOLOGÍA	Nº UNIDADES CARTOGRÁFICAS	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Pajonal Hídrico Salino	51	95,37	3,3
Bofedal	13	15,56	0,5
Bofedal – Pajonal Hídrico	5	9,75	0,3
Total	69	120,68	4,1

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta la cartografía de ocupación territorial (COT) en el área de estudio, evaluada en diciembre de 2009.

Figura Nº 5-31 Cartografía de Ocupación Territorial



Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.5.4 Flora Local

La flora local, detectada en área de estudio asciende a un total de 19 especies, lo que representa un 0,4 % de la flora vascular a nivel nacional. La totalidad de las especies pertenecen a la división taxonómica Magnoliophyta, clases Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Liliopsida (monocotiledóneas), con 14 y 5 especies respectivamente. La familia más importante en la primera clase corresponde a Asteraceae (8 especies) mientras que el resto de las familias, solo quedan representadas por 1 especie. La segunda clase presenta un total de 3 familias, de las cuales Cyperaceae y Poaceae son las mejor representadas con 2 especies cada una, mientras que la familia Juncaceae está representada solo por 1 entidad detectada en el área.

Tabla Nº 5-32 Catálogo de la Flora vascular identificada en el AIP

División	Clase	Familia	Especie	Nombre Común	Conservación	Zonal	Azonal
Magnoliophyta							
	Liliopsida						
		Cyperaceae					
			Carex maritima	---			x
			Scyrpus maritimus	---			x
		Juncaceae					
			Oxychloe andina	Pak'o			x
		Poaceae					
			Deyeuxia eminens	---			x
			Festuca orthophylla	Paja Brava		x	
	Magnoliopsida						
		Apiaceae					
			Azorella compacta	Llareta		x	
		Asteraceae					
			Parastrephia lucida	Tola		x	
			Parastrephia quadrangularis	Tola		x	
			Werneria pygmaea	Pupusa			x
			Werneria aretioides	Pupusa			x
			Werneria poposa	Pupusa			x
			Senecio nutans	Qachu Chachakuma		x	
			Baccharis incarum	Urqu ñak'a t'ula		x	
			Baccharis rupestris	Qachu ñak'a t'ula		x	
		Cactaceae					
			Cumulopuntia boliviana	Puscayo		x	
		Campanulaceae					
			Pratia repens				x
		Caryophyllaceae					
			Pycnophyllum bryoides	Llaretilla		x	
		Fabaceae					
			Adesmia spinosissima	---		x	
		Rosaceae					
			Polylepis tarapacana	Queñoa		x	

Fuente: Elaboración propia.

El resumen taxonómico de la flora vascular detectada en el área de estudio se presenta en la siguiente tabla

Tabla Nº 5-33 Resumen taxonómico de la Flora Vascular en el AIP

DIVISIÓN	FAMILIAS			GÉNEROS			ESPECIES		
CLASE	Loc.	Chile	%	Loc.	Chile	%	Loc.	Chile	%
Polypodiophyta									
Polypodiopsida	0	22	0	0	46	0	0	137	0
Total División	0	27	0	0	52	0	0	148	0
Pinophyta									
Pinopsida	0	4	0	0	9	0	0	16	0
Total División	0	4	0	0	9	0	0	16	0
Magnoliophyta									
Liliopsida	3	30	10	5	214	2,3	5	1069	0,5
Magnoliopsida	6	132	4,5	9	743	1,2	13	3906	0,3
Total División	9	162	5,5	14	957	1,5	18	4975	0,4
Total	**9**	**184**	**4,8**	**14**	**1008**	**1,4**	**18**	**5105**	**0,4**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al origen geográfico de las especies, el total de ellas corresponde a entidades autóctonas, no detectándose en el área de influencia del proyecto especies alóctonas o introducidas, lo que denota un alto grado de naturalidad de la flora componente de este sistema ecológico.

5.4.1.5.5 Estado de Conservación

Según los antecedentes recopilados en terreno, de detectó la presencia en el área de influencia directa del proyecto, de 2 especies clasificadas de acuerdo a las listas rojas de especies a nivel nacional con algún grado de amenaza y corresponden a *Azorella compacta* (Llareta) y *Polylepis tarapacana* (Queñoa), ambas clasificadas en la categoría Vulnerable, de acuerdo con el D.S. Nº 51/2008 Minsegpres. Estas especies se encuentran localizadas específicamente, en el caso de Llareta, en las unidades 68, 74, 113 y 117, mientras que la Queñoa, solo en la unidad 12, lo que determina un área de distribución en el área de estudio de 74,4 y 4,5 hectáreas respectivamente.

El resto de las especies registradas no presenta problemas de conservación en ninguna de las categorías establecidas para la flora vascular nacional.

5.4.1.5.6 Conclusiones

- De acuerdo a los antecedentes recopilados para la elaboración del presente informe, se puede concluir lo siguiente:

- 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 en el AIP se compone de un total de 19 especies, todas ellas autóctonas con 2 de ellas con problemas de conservación, *Azorella compacta* (Llareta) y *Polylepis tarapacana* (Queñoa), ambas clasificadas en la categoría Vulnerable, de acuerdo con el D.S. Nº 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.

5.4.2 FAUNA TERRESTRE

5.4.2.1 Área de Influencia

Para la elaboración de la Línea Base de los ensambles faunísticos presentes en la zona en estudio, se consideró la sección nororiente de la Quebrada de Aroma y sus nacientes.

5.4.2.2 Objetivos

Objetivo general

El objetivo principal del trabajo es mediante información secundaria y primaria (trabajo de campo), desarrollar la línea base del componente fauna del área de influencia del proyecto, necesaria para representar su condición actual y en el tiempo, de características ecológicas de mayor relevancia, como la abundancia, diversidad y distribución espacial de las especies de fauna, que en el presente habitan los distintos ambientes que contempla el estudio.

Objetivos específicos

a. Generar un inventario de los vertebrados terrestres del área de estudio
b. Reconocer la presencia de especies con problemas de conservación en el área de estudio
c. Identificar aquellas especies de mayor sensibilidad frente a las actividades del proyecto, con el objeto de establecer planes de mitigación para estas especies.

5.4.2.3 Metodología

El análisis del ensamble faunístico, presente en el área de estudio, consideró los grupos de vertebrados terrestres representados por Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos.

Se determinaron los ambientes utilizados por la fauna, en ellos se realizaron diversos muestreos, utilizando transectos, estaciones de escucha y trampeos. Se efectuaron observaciones (a ojo desnudo o con binoculares) y se colectaron muestras zoológicas (e.g., fecas y egagrópilas de depredadores).

A continuación se detalla el protocolo metodológico para las Taxa incluidas en el estudio.

Anfibios

Se utiliza el método de muestreo en transectos, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Heyer, 1994).

El procedimiento corresponde a las siguientes etapas:

- Elección del transecto: el punto de partida queda definido por el tipo de ambiente y tipo de especies, potencialmente presente.
- Longitud del transecto: el transecto fue lineal en lo posible y tuvo una extensión de 100 m y 2 m de ancho (0,04 ha).
- Muestreo: el transecto se recorrió a pie, en un tiempo estandarizado para todos los transectos. Se registraron todos los individuos avistados en una franja de dos metros a cada lado del eje del transecto. Cada 10 m se realizó una exhaustiva revisión del área circundante (dentro de la franja) especialmente bajo piedras y remoción somera de sustratos.
- Análisis de datos: como resultado, se confeccionó una lista de especies presentes por ambiente, con sus respectivas estimaciones de densidad (Nº de individuos por área)

Reptiles

Se utiliza el método de muestreo en transectos, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Heyer, 1994).

El procedimiento corresponde a las siguientes etapas:

- Elección del transecto: el punto de partida queda definido por el tipo de ambiente y tipo de especies, potencialmente presente.
- Longitud del transecto: el transecto fue lineal en lo posible y tuvo una extensión de 100 m y 2 m de ancho (0,04 ha).
- Muestreo: el transecto se recorrió a pie, en un tiempo estandarizado para todos los transectos. Se registraron todos los individuos avistados en una franja de dos metros a cada lado del eje del transecto. Cada 10 m se realizó una exhaustiva revisión del área circundante (dentro de la franja) especialmente bajo piedras y remoción somera de sustratos.
- Análisis de datos: como resultado, se confeccionó una lista de especies presentes por ambiente, con sus respectivas estimaciones de densidad (Nº de individuos por área)

Aves

Se utilizó el método de muestreo en transectos de franja fija, el que permite estimar la riqueza específica y la abundancia relativa (Bibby et al. 1993).

El procedimiento corresponde a las siguientes etapas

- Elección del transecto: el punto de partida queda definido por el tipo de ambiente y tipo de especie, potencialmente presente.

- Longitud del transecto: el transecto es lineal y con una extensión de 300 m y franjas de 20 m de ancho a cada lado (1,2 ha).
- Muestreo: el transecto se recorre a pie. Se registraron todos los individuos avistados dentro de la franja y a cada lado del eje del transecto, mediante binoculares ornitológicos.
- Análisis de datos: como resultado, se confecciona una lista de especies presentes por ambiente, con sus respectivas estimaciones de densidad (Nº de individuos por área).

Mamíferos

Micromamíferos

En los ambientes seleccionados se establecieron líneas de trampas de captura viva tipo Sherman (24 x 9,4 x 7,5 cm.). Las líneas estuvieron separadas aproximadamente 100m y las trampas 7 - 10 m entre sí. Estas se cebaron con avena machacada considerado el cebo más efectivo para trampear micromamíferos (Jiménez 1989, Jiménez et al. 1992) y se ubicaron estratégicamente en lugares con presencia potencial de roedores. Todos los puntos de estación se marcaron con cinta de color. Las trampas se mantuvieron activas por dos noches.

Todas las trampas fueron revisadas in situ, colocando las de captura positiva en bolsas de polietileno y transportándolas a un sitio de revisión dentro del área de trampeo. Todos los animales fueron identificados, fotografiados y liberados en el mismo lugar. Los roedores fueron extraídos de acuerdo a técnicas estandarizadas (Mills et al. 1998). La identificación de las especies se basó en diferentes guías de campo de mamíferos y roedores de Chile.

Se cuenta con permiso para la captura de carácter científico de micromamíferos, emitido por el Departamento de Recursos Naturales del SAG, Nivel Central (**Anexo 5.4.3 –B**).

Mesomamíferos

Los mesomamíferos, en general, son animales de baja abundancia, de hábitos ocultos, sensibles a las alteraciones de sus hábitats, y alcanzan tamaños corporales relativamente grandes, por lo que son difíciles de trampear. El uso combinado de métodos simples, sin embargo, puede entregar información valiosa acerca de su presencia, tamaño poblacional y uso del hábitat. La presencia de carnívoros y felinos en los ambientes estudiados fue determinada por la combinación de varios métodos complementarios de detección que se describen a continuación:

Registro de fecas

La atribución de fecas a una especie determinada se basó en la experiencia, lo que junto con el hallazgo de otros signos, permite asignar las fecas a un mamífero en particular (Melquist y Hornocker 1979, David y Winstead 1980, Jiménez et al. 1996).

Registro de rastros

Uno de los signos que mejor complementa la información que entregan las fecas es el rastro. En general, todos los mamíferos adultos presentan distintos tamaños y formas características de huellas (Spowart y Samson 1986, Jiménez et al 1996). Las huellas son registradas con fotografía digital y comparadas con esquemas de huellas de mamíferos (Acosta y Simonetti, 1999).

Avistamientos directos

Los avistamientos directos se refieren a los animales observados visualmente en distintas circunstancias a lo largo de un sendero o camino, ya sea de día o de noche. Este es el método más confiable, pero depende del azar.

Uso de Trampas Cámara

Estas son adecuadas para identificar las especies que habitan en un área en particular, para monitorear abundancia absoluta y relativa de una especie y para estudiar patrones de actividad (Bautista, 2004). Las trampas cámara son dispositivos automáticos con flash electrónico, con mecanismo de disparo que son activados ante la presencia del animal mediante sensores infrarrojos pasivos, los que no son selectivos y registran cualquier animal homeotermo que pase a través del amplio rango de detección. Para atraer al animal hacia el rango de detección se utiliza un cebo específico para el grupo taxonómico objeto del muestreo. En este caso se utilizó jurel en conserva, apuntando hacia el grupo de los félidos y cánidos.

Entrevistas

Para los mamíferos mayores, complementario a la metodología se realizaron entrevistas a lugareños con la finalidad de obtener información relativa a las especies avistadas localmente y su ocurrencia por ambiente.

5.4.2.4 Resultados

5.4.2.4.1 Biogeografía

Biogeográficamente, el área de estudio se encuentra en la ecorregión del Desierto Andino y se ubica en las laderas occidentales de los Andes, representando el piso vegetacional superior del Desierto. El desarrollo de la vida vegetal y animal se debe a la influencia marginal de las precipitaciones de la alta cordillera. En la vegetación terrestre se observan predominantemente dos formas de vida, las gramíneas cespitosas (coirones) y los arbustos bajos de follaje reducido. En cuanto a la fauna de esta región, esta se encuentra distribuida irregularmente, desde lugares absolutamente desprovistos de animales hasta áreas de gran diversidad, dependiendo de la aparición de hábitats adecuados (con vegetación, vertientes o lagunas someras) producto de la mayor disponibilidad de agua.

La colonización de los ambientes acuáticos ubicados en estos ecosistemas, es afectada en forma importante por el proceso de salinización de sus aguas, como resultado de la cristalización parcial de las sales, donde el lavado de los suelos y la redisolución parcial de antiguas evaporitas (Margalef, 1983), desvían aún más la composición y relaciones iónicas de lo esperado para los volúmenes acumulados en estas lagunas someras. Como resultado de este proceso se producen diferencias bióticas que, en parte, se pueden relacionar con la composición química del agua, ya que representan condiciones extremas para los mecanismos de homeostasis de los organismos.

El área de estudio se sitúa en una región de carácter árido. De acuerdo a Gajardo (1994), esta zona se encuentra en la Región Ecológica de la Estepa Alto Andina, Subregión del Altiplano y la Puna, con una Formación principal Altoandina Subdesértica. Para una caracterización vegetacional detallada véase a Vilina *et al.* (1997) y Faundez & Susaeta (1999). Con respecto a la fauna, esta región está inserta en la Ecoregión de la Puna (Mann, 1960).

5.4.2.4.2 Muestreo

Se realizó una campaña de muestreo entre los días 15 – 18 de diciembre de 2009 (primavera tardía). De acuerdo con lo planteado en los objetivos, los ensambles faunísticos del área fueron caracterizados en función de los diferentes ambientes identificados primero con base a imágenes satelitales e información secundaria, lo cual fue calibrado y ajustado mediante un reconocimiento inicial en terreno.

Los ambientes identificados corresponden a:

- Pajonal Hídrico: extensiones de superficie de formaciones vegetacionales azonales condicionadas por la presencia de un curso hídrico de carácter permanente y en donde dominan las especies herbáceas cespitosas, que sirven de base para la alimentación de diversas especies de fauna.
- Pajonal: superficies de terreno cubiertas principalmente por una estrata herbácea dominada por la especie *Festuca orthophylla*.
- Tolar: superficies de terreno cubiertas principalmente por una estrata leñosa baja (arbustiva) dominada por las especies Parastrphia quadrangularis y P. lucida.
- Bofedal: sistema ecológico biológico azonal, con una vegetación característica que se desarrolla gracias a un elevado y permanente contenido de humedad edáfica.

Con base a lo anterior, los diferentes muestreos realizados para la correcta caracterización del área de influencia del proyecto, se localizaron de acuerdo a la Tabla Nº1 del **Anexo 5.4.2 –A**.

5.4.2.4.3 Catastro de vertebrados

El catastro de la fauna en el área de estudio se confeccionó en base a la información secundaria recopilada y en conjunto con los muestreos de campo realizados.

Para toda el área de estudio, se definieron 70 especies de vertebrados (ver tabla siguiente), de los cuales 34 fueron observados directa o indirectamente durante las campañas de terreno, mientras que las otras 36 especies fueron relevadas de estudios anteriores.

La clase de vertebrados más importante en el área la constituyen las aves con 51 especies (27 sólo bibliográficas), luego los mamíferos con 15 especies (9 sólo bibliográficas), seguidos por los reptiles con 3 especies (1 sólo bibliográfica) y finalmente los anfibios representados por sólo una especie.

La Tabla Nº 2 del **Anexo 5.4.2 –A**, presenta tanto los vertebrados registrados en terreno como aquellos identificados para el área en estudios anteriores

5.4.2.4.4 Riqueza y Abundancia de Vertebrados por Ambiente

La riqueza, abundancia y distribución espacial de vertebrados fue evaluada con base en los resultados de las distintas técnicas de muestreo empleadas para cada grupo taxonómico en los distintos ambientes identificados en el área de influencia del área de proyecto, a saber:

1. Pajonal Hídrico
2. Pajonal
3. Tolar
4. Bofedal

De esta manera, la Tabla siguiente muestra la riqueza y abundancia de vertebrados para los distintos ambientes del área de influencia del proyecto, así como los promedios que corresponden al AIP misma.

Tabla Nº 5-34 Abundancia de especies en el AIP y por tipo de ambiente

	ABUNDANCIA (IND/HA)				
NOMBRE COMÚN	**P. HÍDRICO**	**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
Condor	0,00	*	0,00	0,00	0,00
Cometocino del norte	0,00	0,00	2,50	2,50	1,25
Pajaro 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 AVES	**65,83**	**2,50**	**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					

	ABUNDANCIA (IND/HA)				
NOMBRE COMÚN	**P. HÍDRICO**	**PAJONAL**	**TOLAR**	**BOFEDAL**	**AIP**
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**

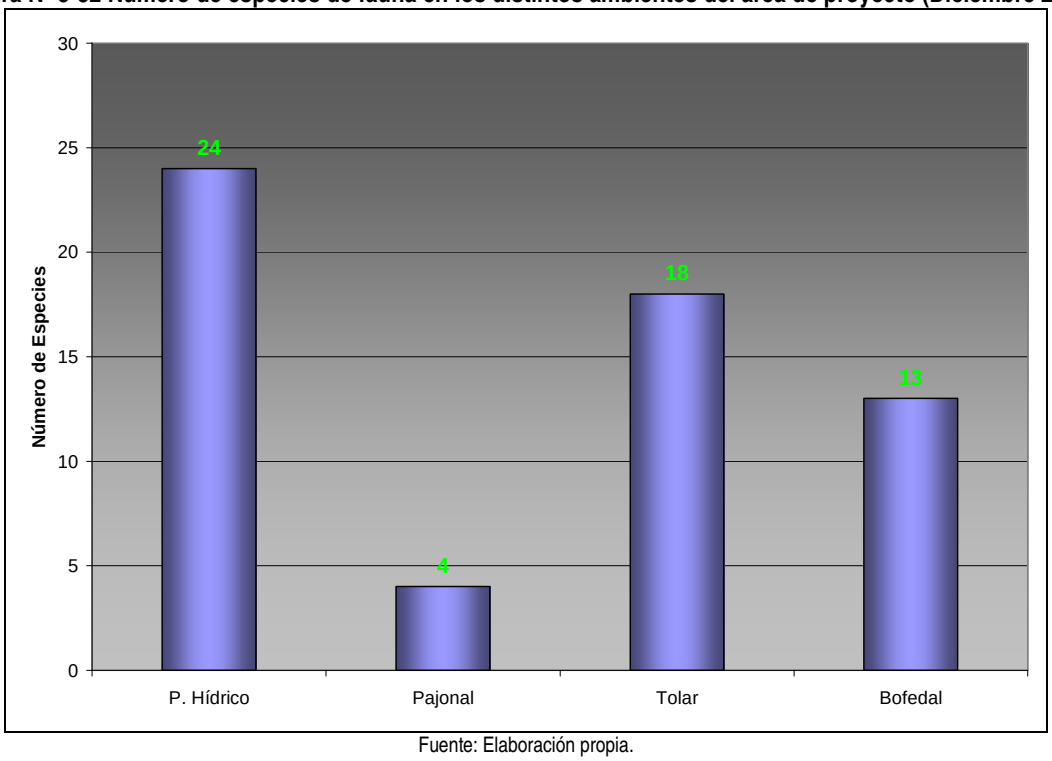
Fuente: Elaboración propia.

*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

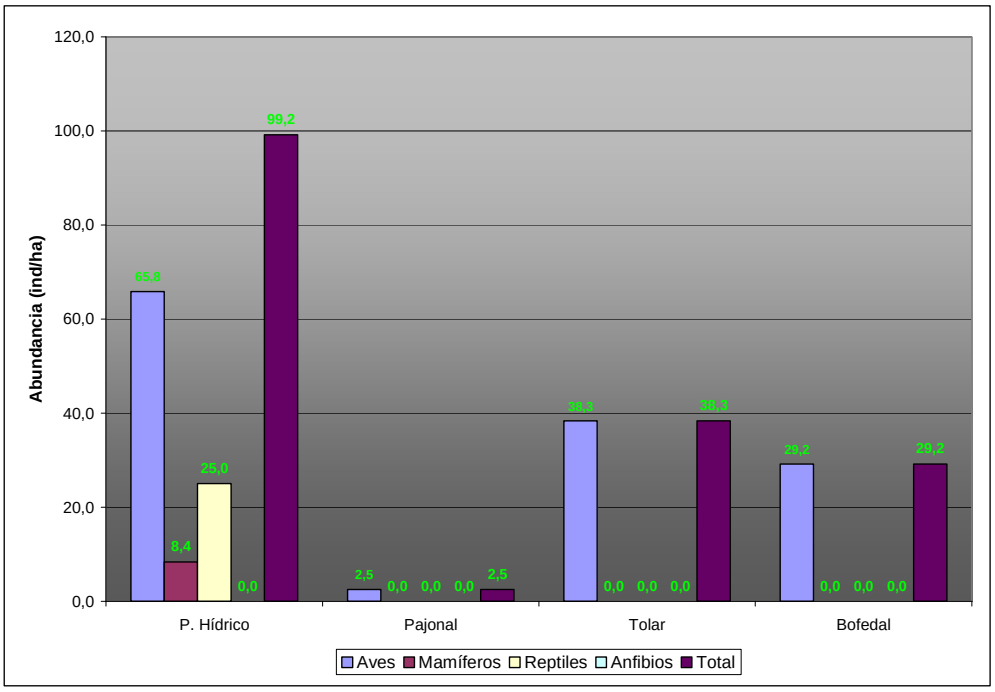
Es evidente que la mayor riqueza específica se encuentra asociada a ambientes que presentan el mayor grado de complejidad estructural, como lo son las áreas identificadas como pajonal hídrico, con 24 especies observadas. Le siguen en riqueza los ambientes de tolar con 18 y bofedal 13 especies y finalmente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

Figura Nº 5-32 Número de especies de fauna en los distintos ambientes del área de proyecto (Diciembre 2009)



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nº 5-33 Abundancia de fauna por ambiente (Diciembre 2009)



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la siguiente tabla, en el área del proyecto, de acuerdo a su situación biogeográfica, puede potencialmente encontrar a 22 especies en categorías de conservación, de las cuales 3 se encuentran en peligro, 7 en categoría de vulnerable, 8 inadecuadamente conocidas y 4 especies raras.

No obstante lo anterior, de acuerdo con los datos obtenidos de la campaña de terreno, en el área de estudio se encontraron 14 especies animales en categorías de conservación, de acuerdo al Reglamento de la Ley de Caza (D.S. Nº 5/1998), D.S. 151/2007 Minsegpres, D.S. 50/2008 Minsegpres, D.S. 51/2008 Minsegpres y D.S. 23/2009 Minsegpres.

Tabla Nº 5-35 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área de influencia del proyecto

CLASE	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	REGISTRO	CONSERVACIÓN
Amphibia	*Bufo spinulosus*	Sapo espinoso	Observado	V
Aves	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Bibliográfico	V
Aves	*Larus serranus*	Gaviota andina	Bibliográfico	V
Aves	*Agriornis andicola*	Mero de la puna	Observado	I
Aves	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Observado	R
Aves	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	Observado	V
Aves	*Merganetta armata*	Pato cortacorrientes	Observado	I
Aves	*Rhea pennata tarapacensis*	Suri	Observado	I
Aves	*Tinamotis pentlandii*	Perdiz de la puna	Observado	V
Aves	*Vultur gryphus*	Condor	Observado	V
Mammalia	*Abrocoma cinerea*	Ratón chinchilla cola corta	Bibliográfico	I
Mammalia	*Lama guanicoe*	Guanaco	Bibliográfico	P
Mammalia	*Lynchailurus colocolo*	Colo colo	Bibliográfico	I

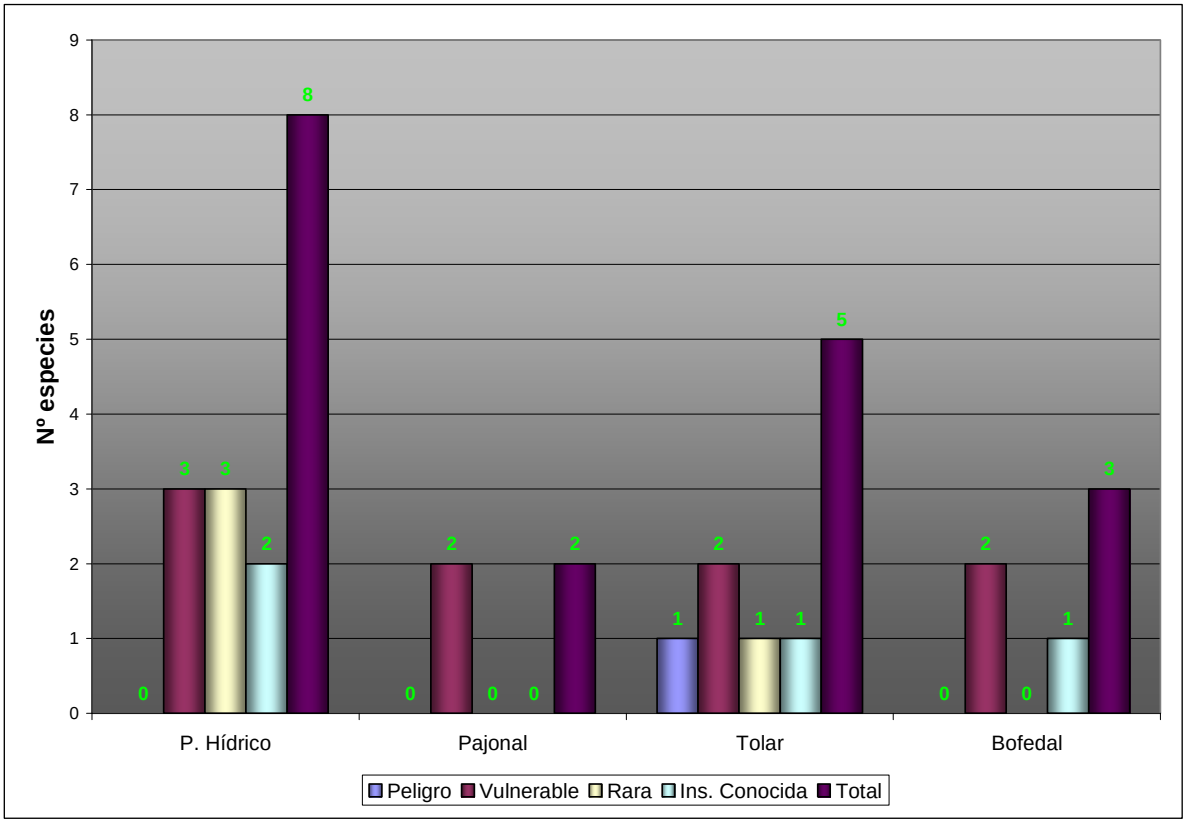
CLASE	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	REGISTRO	CONSERVACIÓN
Mammalia	*Pseudalopex culpeus*	Zorro Culpeo	Bibliográfico	I
Mammalia	*Puma concolor*	Puma	Bibliográfico	I
Mammalia	*Akodon albiventer*	Ratón de vientre blanco	Observado	R
Mammalia	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	Observado	P
Mammalia	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla o gris	Observado	I
Mammalia	*Vicugna vicugna*	Vicuña	Observado	P
Reptilia	*Velosaura aymararum*	Jararanco aymara	Bibliográfico	R
Reptilia	*Liolaemus pantherinus*	Lagartija pantera	Observado	R
Reptilia	*Liolaemus signifer*	Lagarto rubricado	Observado	V

Fuente: Elaboración propia.

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.
V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.
R: especie catalogada como Rara.
I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida

Respecto de las especies en categorías de conservación de las especies observadas en terreno en los distintos ambientes, la siguiente imagen presenta los resultados.

Figura Nº 5-34 Vertebrados en categorías de conservación, en los distintos ambientes del AIP



Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.4.5 Conclusiones

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.

Tabla Nº 5-36 Vertebrados en categoría de conservación, observados y potencialmente presentes en el área en el área

	P. HÍDRICO	PAJONAL	TOLAR	BOFEDAL
Riqueza (Nº spp.)	24	4	18	13
Abundancia (ind/ha)	99,2	2,5	38,3	29,2
Cat. de conservación (Nº spp.)	8	2	5	3
Especies exóticas (Nº spp.)	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

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.

Cabe hacer notar que los índices para los ambientes de tolar aunque son mayores a los de bofedales, dicha condición es influenciada claramente por la biota que compone los ensambles de los ambientes de pajonal hídrico, siempre colindantes a tolares.

Es importante destacar también que existe una bajísima proporción de especies exóticas de fauna en el AIP, habiéndose detectado solo el burro fereal (*Equus asinus*), lo cual da cuenta del alto grado de naturalidad y pristinidad del área.

Finalmente con base en toda la información analizada precedentemente, se recomienda realizar las intervenciones en los ambientes de pajonal, correspondientes a más del 70% de la superficie del área de proyecto, en donde claramente los índices de biodiversidad son menores y por lo tanto los impactos sobre el componente fauna serán menos significativos y más manejables.

5.4.3 FLORA Y FAUNA ACUÁTICA, CALIDAD DE AGUA

La zona de manifestaciones termales de Puchuldiza está alimentada por una red de drenaje de disposición aproximadamente radial que se desarrolla desde el norte con las quebradas Mulluri y Mulluri chico, desde el oriente con las quebradas Condoriri, Guacalliri y Achalaja y desde los cerros ubicados hacia el sur, incluyendo el Cerro Guaillane. Este último presenta una red de drenaje bien desarrollada que desciende hacia la zona central de manifestaciones termales principalmente por la quebrada de Lupe y hacia la parte occidental del área de estudio.

En la zona central de las fuentes termales de Puchuldiza, nace el estero Puchuldiza de orientación noroeste, a lo largo del cual afloran algunas manifestaciones termales aisladas. Este estero recibe el aporte de las quebradas Guaillajara, de Lupe y Solluca, ésta última se encuentra fuera del área de estudio.

El estudio de limnología incluye la descripción de la biota acuática y de las condiciones físicas y químicas del agua como recurso hídrico para uso de riego y como hábitat para las poblaciones biológicas en los cursos de agua que se

encuentran en el área de influencia directa del proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza. Al efecto en el **Anexo 5.4.3 –A** se entregan los antecedentes íntegros de los estudios limnológicos realizados

5.4.3.1 Objetivos

Objetivo general

El objetivo de este estudio es realizar una caracterización de la biota acuática y de la calidad de agua del estero Puchuldiza y vertientes en el área de influencia directa del proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza.

Objetivos específicos

- Caracterizar la calidad química del agua en el estero Puchuldiza y vertientes tributarias que se encuentran en el área de influencia directa del proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza.

- Describir la aptitud del recurso hídrico en base a la norma técnica vigente de calidad de agua para riego y vida acuática (Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78).

- Determinar la riqueza, abundancia y diversidad biológica de los ensambles de peces (fauna íctica), macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos), microalgas bentónicas (fitobentos), microalgas planctónicas (fitoplancton), fauna planctónica (zooplancton) y plantas acuáticas (macrófitas) en el estero Puchuldiza y vertientes ubicadas en el área de influencia del proyecto geotérmico Puchuldiza.

5.4.3.2 Alcance

El estudio limnológico permite establecer la condición ambiental actual de la biota acuática y de la calidad de agua del estero Puchuldiza y de vertientes tributarias bajo condiciones previas a la construcción y operación del proyecto.

5.4.3.3 Áreas de Estudio

El río Puchuldiza se encuentra dentro de la zona hidrográfica correspondiente a los ríos de régimen esporádico en la zona árida de Chile (Niemeyer & Cereceda 1984). Estos ríos se caracterizan por presentar caudales intermitentes a lo largo del año debido a la aridez del medio y a las altas temperaturas. Estos cursos de agua presentan un escurrimiento endorreico y régimen pluvial dependiente de las precipitaciones estivales en el altiplano que ocurren frecuentemente entre diciembre y marzo, las cuales se caracterizan por ser de gran intensidad y corta duración (Niemeyer & Cereceda 1984).

El área de estudio incluyó el estero Puchuldiza y vertientes afluentes, todos los cuales se ubican en el área de influencia del Proyecto (Figura Nº 5-35). En la Tabla Nº 5-37se indican la ubicación, nombre y una descripción general de las estaciones de muestreo. La Tabla Nº 5-38 muestra la ubicación de vertientes afluentes al estero Puchuldiza que durante la campaña de terreno se encontraron secas.

Tabla Nº 5-37 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 Géiseres	505.905 E 7.855.048 N	4.280
E2	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres	504.382 E 7.854.113 N	4.210
E3	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres	503.872 E 7.853.336 N	4.174
E4	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	503.026 E 7.853.733 N	4.133
E5	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres (Rinconada de Lupe)	502.263 E 7.854.265 N	4.120
E6	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	500.804 E 7.855.691 N	4.104

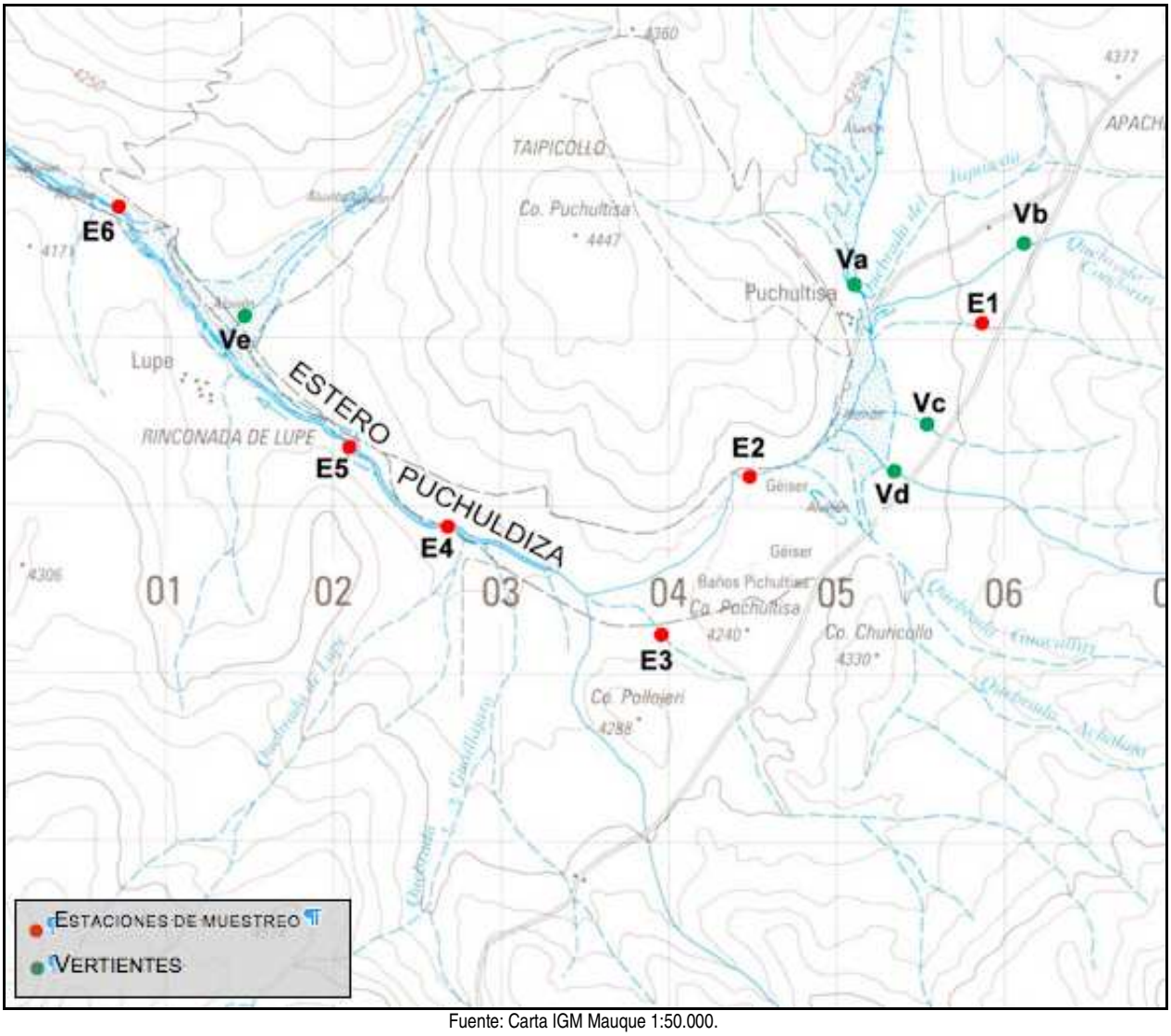
Fuente: Elaboración propia. * Datum WGS 84, Huso 19.

Tabla Nº 5-38 Ubicación de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre de 2009

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)*
Vertiente a	Quebrada Jiquiasta, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres	505.111 E - 7.855.526 N
Vertiente b	Quebrada Condoriri, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres	506.305 E - 7.855.618 N
Vertiente c	Afluente al estero Puchuldiza ubicado en el sector de Géiseres	505.577 E - 7.854.443 N
Vertiente d	Afluente al estero Puchuldiza ubicado en el sector de Géiseres	505.379 E - 7.854.199 N
Vertiente e	Afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres	501.430 E - 7.854.902 N

Fuente: Elaboración propia. * Datum WGS 84, Huso 19.

Figura Nº 5-35 Ubicación de las estaciones de muestreo (E1-E6)y de vertientes secas prospectadas (Va-VE). Estudio de biota acuática y calidad de agua. Estero Puchuldiza. Dic. 2009



Fuente: Carta IGM Mauque 1:50.000.

5.4.3.4 Metodología

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas con GPS. Se tomaron muestras de calidad de agua y de biota acuática en seis estaciones de muestreo ubicadas en el río Puchuldiza y en vertientes afluentes al estero (Tabla Nº 5-37)

a. Calidad de Agua

Los análisis químicos del estudio de calidad de agua y sedimento se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Aguas y Riles DICTUC S.A (**Anexo 5.4.3 –A**). Se caracterizó el recurso hídrico en el área del proyecto en función de la Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78, que determina la aptitud del recurso para riego y vida acuática.

La metodología utilizada en el muestreo de parámetros físicos y químicos siguió el protocolo metodológico 'Metodologías para la Caracterización Ambiental' (CONAMA, 1996). Específicamente, la metodología aplicada se basó 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.

La definición de los parámetros de calidad de agua fue basada en el listado de parámetros que se encuentran en la NCh 1.333 Of.78 y en la importancia que ellos tienen para describir el hábitat para las especies biológicas.

En la Tabla Nº 5-38 se presentan los parámetros que fueron medidos en el área de estudio y los valores límites de cuantificación de las técnicas analíticas utilizadas en los procedimientos de análisis en el laboratorio.

Los procedimientos de análisis de laboratorio fueron basados en metodologías estandarizadas propuestas por el manual 'Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater' (1995).

Las condiciones de preservación y manejo de las muestras para análisis químico siguieron los procedimientos de preservación y manejo de las muestras indicados de la Norma NCh 411/3 Of. 96 (Parte 3) y en base al manual Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995).

b. Metodología de Cuantificación

- **Concentración del ión hidrógeno (pH):** La concentración del ión hidrógeno se midió in situ mediante un medidor de pH HANNA modelo HI98127 de 0,01 unidades de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995)

- **Temperatura (°C):** La temperatura se midió in situ utilizando un medidor de temperatura HANNA modelo HI98127 de 0,1 ºC de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).

- **Conductividad específica (mS/cm):** La conductividad del agua se midió in situ mediante un medidor de conductividad HANNA modelo HI9835 de 0,01 mS/cm de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).

- **Sólidos totales disueltos (mg/l):** La concentración de sólidos totales disueltos se midió in situ mediante un medidor de sólidos totales disueltos HANNA modelo HI9835 de 0,01 g/L de precisión (APHA, AWWA & WEF 1995).

- **Oxígeno disuelto (mg/l):** Se tomaron muestras en botellas de vidrio, las cuales fueron fijadas *in situ* inmediatamente después de ser obtenidas. Las botellas fueron trasladadas al laboratorio donde se cuantificó la concentración de oxígeno mediante el método de Winkler de acuerdo a lo establecido en Standard Methods 4500-O C.

- **Sulfato (mg/l):** Para el análisis de sulfato se utilizaron dos tipos de metodologías: cromatografía líquida de iones, de acuerdo al procedimiento indicado en ISO 10304-1 y método gravimétrico con secado de residuos indicado en ME-30-2007 SISS, este último fue utilizado en los análisis de la estación de muestreo E1.

- **Cianuro (mg/l):** La determinación de cianuro se realizó de acuerdo al procedimiento indicado en la NCh 2313/14 Of. 97.

- **Cloruro (mg/l):** Para el análisis del ión cloruro se utilizaron dos tipos de metodologías: cromatografía líquida de iones, de acuerdo al procedimiento indicado en ISO 10304-1 y método gravimétrico con secado de residuos indicado en ME-30-2007 SISS, este último fue utilizado en los análisis de la estación de muestreo E1.

- **Boro (mg/l):** El análisis de boro se realizó siguiendo el procedimiento establecido en Standard Methods 3120-B.
- **Fluoruro (mg/l):** La concentración de fluoruro se determinó mediante el método de electrodo específico indicado en ME-06-2007 SISS.
- **Mercurio (mg/l):** La determinación de mercurio se realizó utilizando espectrofotometría de absorción atómica con generación de vapor atómico de Hg, método indicado en ME-15-2007 SISS.
- **Plata (mg/l):** La determinación del ión plata se realizó siguiendo el procedimiento establecido en Standard Methods 3111-B.
- **Elementos traza (mg/l):** La concentración de elementos traza presentes en el agua se midió utilizando el procedimiento indicado en Standard Methods 3120-B.
- **Alcalinidad total (mg/l):** La determinación de alcalinidad total se realizó utilizando el procedimiento indicado en Standard Methods 2320-B.
- **Coliformes fecales (mg/l):** La concentración de coliformes fecales se determinó utilizando la técnica analítica establecida en NCh 2313/23 Of. 95.
- **Metales en sedimento (mg/l):** Para la determinación de metales en sedimento se utilizó la metodología indicada en TMECC 04.14.

Tabla Nº 5-39 Parámetros de estudio de las vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza.

ESTUDIO		PARAMETROS		LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y/O DETECCIÓN
CALIDAD DE AGUA	COLUMNA DE AGUA	FISICOS Y QUIMICOS	Temperatura (ºC)	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
		INORGANICOS	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

ESTUDIO		PARAMETROS		LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y/O DETECCIÓN
			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
		MICROBIOLÓGICOS	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2,0
	SEDIMENTO	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		ENSAMBLES BIOLOGICOS	Fitobentos (cel/mm^2)	-
			Fitoplancton (cel/l)	-
			Macrozoobentos (ind/m^2)	-
			Zooplancton (ind/l)	-
			Fauna íctica (CPUE)	-
			Flora acuática	-

Fuente: Elaboración propia. (*) El límite de detección es aplicable a los parámetros medidos en sedimento.

c. Biota Acuática

A continuación se describen los procedimientos de colecta y análisis de los parámetros biológicos.

Peces (Fauna íctica)

Se realizó una prospección en terreno con chinguillos (colectores manuales). Los cauces eran someros y angostos y con agua transparente, por lo que esta técnica fue efectiva para la detección de peces en el área de estudio (Foto Nº 5-51). Se recorrieron entre 50 y 100 m lineales (20 min aproximadamente) de cada tramo de estudio en los cuales se registró la presencia o ausencia de peces. En el caso de detectar peces, éstos serían recolectados e identificados in situ para determinar su estado de conservación biológica en función del D.S. Nº 51/08 del MINSEGPRES. Los ejemplares también serían medidos y pesados in situ para obtener el Factor de Condición (K) y con ello determinar la condición de robustez de las poblaciones. El Factor de Condición se obtendrá de acuerdo a: K = (PT/LT3) * 1000 (Lagler, 1956), donde PT es peso total y LT longitud total.

En caso de detectar presencia de peces, se caracterizarán los sectores o hábitats sensibles para la fauna íctica, reconociendo los potenciales sitios de alimentación y los sitios de reproducción tales como sitios con acumulación de material, con baja profundidad, baja pendiente y con desarrollo de vegetación ripariana. También se identificaron las zonas de rápidos (riffles) y zona de pozones (pools) dentro un tramo, los cuales también son hábitats seleccionados por los peces como lugares estacionarios para alimentación y reproducción.

En el **Anexo 5.4.3 –B** se adjunta la autorización de la Subsecretaría de pesca para realizar pesca de investigación en el área de estudio según Resolución Exenta N° 431 del 22 de enero de 2010, que modifica la Resolución Exenta N° 1721 de 2009.

Macroinvertebrados bentónicos (Macrozoobentos)

Para la descripción de la fauna de macroinvertebrados bentónicos en el río se tomaron dos réplicas de la zona bentónica (N = 2) en cada estación de muestreo con una red Surber de 0.09 m^2 de área y 250 µm de apertura de malla (Foto Nº 5-53).

Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio en Santiago. La identificación y el recuento de individuos se realizó con una lupa Carl Zeiss con aumento 40×. La clasificación de los organismos se hizo en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado mediante los parámetros densidad total (ind/m^2), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (byts). Se utilizó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener (Krebs 1989).

Microalgas bentónicas (Fitobentos)

El ensamble de microalgas bentónicas representa un componente clave en la estructura y organización de los ecosistema fluviales, ello debido a que su principal función está asociada a la incorporación autótrofa de energía a los sistemas acuáticos y a la generación de materia orgánica dentro de los sistemas.

Para cuantificar el componente fitobentónico del estero del área de estudio se tomaron dos réplicas (N = 2) en el sustrato del sector de ribera de cada tramo. Cada muestra fue obtenida al azar con un core de área de 2,01 cm^2. Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad y de 250 ml de capacidad y fueron fijadas *in situ* con lugol para el traslado al laboratorio. La identificación y el recuento de individuos fue realizado con microscopía óptica (Carl Zeiss ×1.000). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm^2), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (byts) (Krebs 1988). La clasificación de las microalgas siguió los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

Microalgas planctónicas (Fitoplancton)

Para cuantificar el fitoplancton del río del área de estudio se recolectó una muestra (N = 1) de 1 litro desde la superficie del cuerpo de agua. Las estaciones de muestreo fueron las mismas estaciones de muestreo de los parámetros de calidad de agua. Las muestras fueron fijadas *in situ* con lugol y trasladas al laboratorio para análisis taxonómico y para la cuantificación de células.

En el laboratorio se utilizó microscopía óptica (Carl Zeiss, ×1000) para la identificación de los individuos. El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/l), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (byts) (Krebs 1988). Los individuos fueron clasificados siguiendo los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

Foto Nº 5-51 Medición de pH - Medición de conductividad específica



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-52 Vista de un tramo promedio



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-53 Toma de muestra de fauna bentónica con red Surber



Fuente: Elaboración propia.

Fauna de organismos planctónicos (Zooplancton)

Para cuantificar el ensamble de zooplancton se filtró 10 litros de agua desde un estrato sub-superficial a través de un copo con una red de 60 µm de apertura de malla para obtener una muestra en cada estación de muestreo. Las estaciones de colecta fueron las mismas utilizadas en la toma de muestra para calidad de agua. El filtrado fue almacenado en botellas de polietileno de alta densidad de 250 ml y fijado con alcohol al 15%. Las muestras fueron analizadas cualitativamente y cuantitativamente a través del examen bajo una lupa Carl Zeiss con aumento ×100. El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (individuos/l), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (byts) (Krebs 1988). La identificación y clasificación de los organismos se realizó en base al trabajo de Araya & Zúñiga (1985).

Plantas acuáticas (Macrófitas)

Se realizó un inventario de las macrófitas asociadas a los cuerpos de agua del área de estudio. Como apoyo bibliográfico se recurrió a material del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural. La nomenclatura de las especies seguirá el estudio de Marticorena & Quezada (1985).

5.4.3.5 Resultados

A. Descripción del área de Estudio

a. **Estación de muestreo E1:** Vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres.

El sector de muestreo corresponde al cauce de una vertiente que durante la prospección se encontraba con bajo flujo y baja profundidad. El tramo de muestreo mostró un valor de temperatura de 20,5 °C, baja pendiente y una condición de baja turbulencia. El tramo no presentaba vegetación terrestre circundante ni macrófitas en la ribera del cauce. El cauce presentó muy baja profundidad, la cual varió entre 2 y 5 cm al momento de la prospección. Se detectó alta transparencia de la columna de agua y la ausencia de perifiton sobre las rocas. El sustrato era heterogéneo y el rango de tamaños varió entre 1 y 15 cm de diámetro. El sustrato no presentó partículas de sedimento adheridas a las rocas. No se detectaron macrófitas asociadas al cauce. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-54 Vista panorámica de la estación E1, vertiente afluente al estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-55 Detalle del sustrato

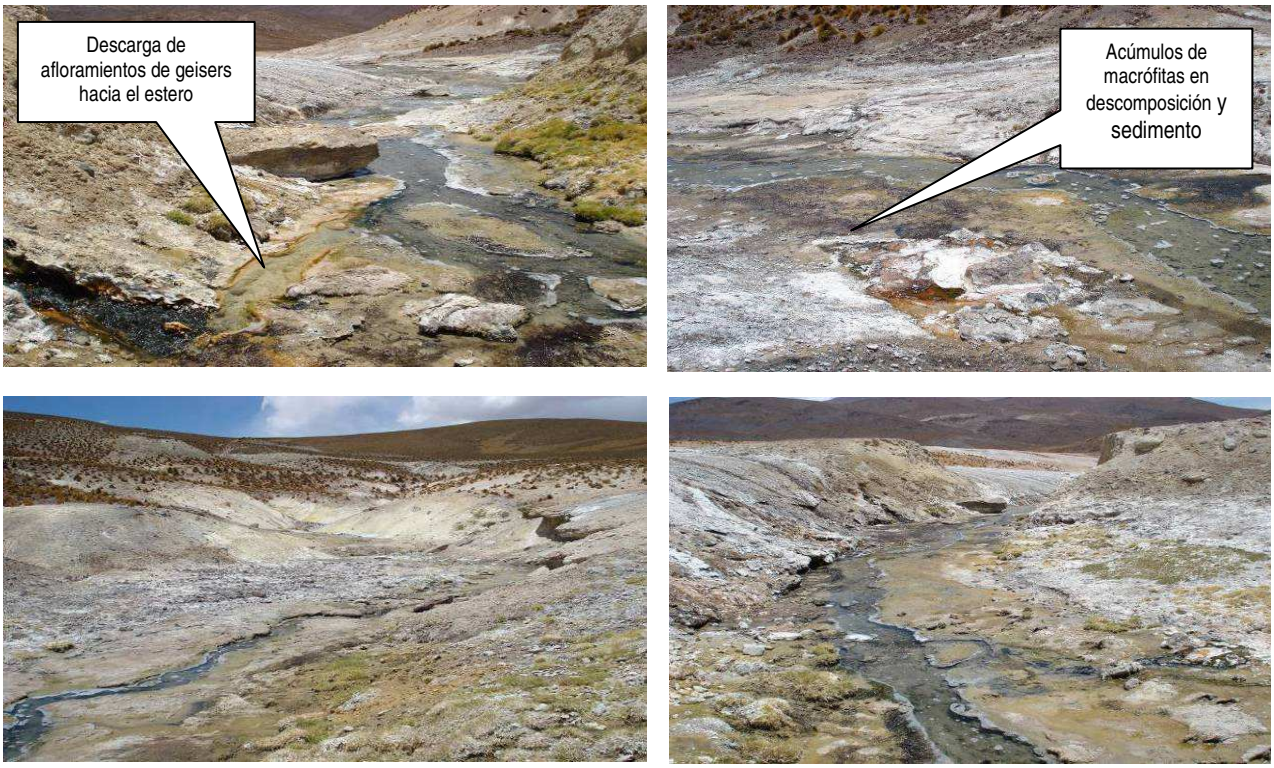


Fuente: Elaboración propia.

b. **Estación de muestreo E2:** Estero Puchuldiza, Estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres

El sector de muestreo corresponde al tramo del estero Puchuldiza ubicado más cercano al sector de Géiseres y consecuentemente afectado directamente por afloramientos de agua termal provenientes de este sector. De esta manera, el tramo de muestreo mostró el mayor valor de temperatura en el área de estudio, la cual fue de 39,6 °C. El tramo también mostró baja pendiente bajo flujo de agua y baja profundidad de escurrimiento durante el periodo de prospección. El tramo no presentó vegetación terrestre circundante. El cauce presentó muy baja profundidad, la cual varió entre 5 y 15 cm al momento de la prospección. Hubo alta turbidez en la columna de agua y se apreció material orgánico en descomposición depositado en la orilla y suspendido en el cauce. Este material correspondió a vegetación muerta y acumulada en la ribera. Sobre el sustrato rocoso se encontró perifiton. El sustrato era rocoso y homogéneo. En el tramo se observaron acúmulos de partículas de sedimento en el sector de ribera. Se detectó una baja cobertura de macrófitas asociadas al cauce pero en condiciones subóptimas. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-56 Estación de muestreo E2 en el Estero Puchuldiza (cercano al sector de Geiser)



Fuente: Elaboración propia.

c. **<u>Estación de muestreo E3</u>:** Vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres.

El sector de muestreo corresponde al cauce de una vertiente que durante la prospección se encontraba con bajo flujo y baja profundidad. El tramo de muestreo mostró un valor de temperatura de 20,5 °C, baja pendiente y una condición de baja turbulencia. El tramo no presentaba vegetación terrestre. El cauce presentó muy baja profundidad, la cual varió entre 2 y 5 cm al momento de la prospección. Se detectó alta transparencia de la columna de agua y la ausencia de perifiton sobre las rocas. El sustrato fue rocoso-arenoso y fue heterogéneo, con un rango de tamaños que varió entre 3 y 7 cm de diámetro. El sustrato no presentó partículas de sedimento adheridas a las rocas. Se detectaron macrófitas asociadas al cauce. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-57 Vistas de la vertiente afluente al estero Puchuldiza




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-58 Detalle del sector de ribera del tramo de estudio




Fuente: Elaboración propia.

d. **<u>Estación de muestreo E4</u>:** Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aproximadamente 1.8 KM. Aguas abajo del sector de Géisers.

El sector de muestreo corresponde al tramo del estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres. El tramo de muestreo mostró un valor de temperatura de 26,8 °C. El tramo mostró baja pendiente y un menor flujo de agua respecto del tramo ubicado aguas arriba de los géiseres probablemente debido a la gran cantidad de macrófitas en algunos sectores del cauce. El tramo no presentó vegetación terrestre circundante. La profundidad varió entre 10 y 30 cm al momento de la prospección. Hubo alta transparencia de la columna de agua. Sobre el sustrato rocoso se encontró perifiton. El sustrato fue limoso-arenoso. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-59 Vistas Estación de muestreo E4



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-60 Detalle sector ribera de la estación E4 – Presencia de macrófitas en la ribera del estudio



Fuente: Elaboración propia.

e. **<u>Estación de muestreo E5</u>:** Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2.7 km aguas abajo del sector de géisers (sector rinconada de Lupe)

El sector de muestreo corresponde al tramo del estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres, a 2,7 Kms de este sector. El tramo de muestreo mostró un valor de temperatura de 21,5 °C. En forma similar a lo observado en otros tramos del estero Puchuldiza, este tramo mostró baja pendiente y un bajo flujo de agua. Tampoco presentó vegetación terrestre circundante. La profundidad varió entre 10 y 30 cm al momento de la prospección. Hubo alta transparencia de la columna de agua. Sobre el sustrato rocoso se encontró perifiton. El sustrato era de tipo rocoso-arenoso y se observó alta abundancia de macrófitas. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-61 Vista Estación de muestreo E5



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-62 Detalle ribera tramo de estudio



Fuente: Elaboración propia.

f. **<u>Estación de muestreo E6</u>:** Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4.8 aguas abajo del sector de Géiseres.

El sector de muestreo correspondió al tramo del estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres, a 4,8 Kms de este sector. El tramo de muestreo mostró un valor de temperatura de 24,2 °C, baja pendiente y un bajo flujo de agua. Tampoco presentó vegetación terrestre circundante. La profundidad varió entre 10 y 30 cm al momento de la prospección. Hubo alta transparencia de la columna de agua. Sobre el sustrato rocoso se encontró perifiton. El sustrato era de tipo rocoso y muy heterogéneo, con un rango de tamaños de rocas entre 3 y 10 cm. Se observó alta abundancia de macrófitas. En este tramo no se encontraron peces.

Foto Nº 5-63 Vista Estación de Muestreo E6



Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-64 Sector Ribera Estación – Detalle de sustrato



Fuente: Elaboración propia.

g. Vertientes secas prospectadas en el área de estudio

Durante el periodo de muestreo (diciembre de 2009) se prospectaron 7 vertientes afluentes al estero Puchuldiza, las que están ubicadas aguas arriba y aguas abajo del sector de géiseres. De las 7 vertientes prospectadas, dos de ellas fueron muestreadas y corresponden a las estaciones de muestreo E1 y E2. Las cinco vertientes restantes se encontraban secas al momento de la prospección, por lo cual solamente se registró su ubicación geográfica y se realizaron registros fotográficos.

Foto Nº 5-65 Izq.: Jiquiasta, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres. Der.: Quebrada Condoriri, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas arriba del sector de Géiseres




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-66 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado en el sector de Géiseres




Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-67 Vertiente sin nombre, afluente al estero Puchuldiza ubicado aguas abajo del sector de Géiseres



Fuente: Elaboración propia.

B. Calidad de Agua

En **Anexo 5.4.3 –A** se describen los resultados de los parámetros de calidad de agua obtenidos en el área de estudio.

C. Biota Acuática

a. **Peces** (Fauna Íctica)

No se encontraron peces en toda el área de estudio

b. **Macroinvertebrados bentónicos (Macrozoobentos)**

El ensamble de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio se presenta en la Tabla Nº 5-40. La fauna de macroinvertebrados bentónicos de toda el área de estudio estuvo compuesta por 16 taxa. El Orden con mayor número de taxa fue Diptera, el cual presentó 4 taxa. En cambio, los Ordenes con menor número de taxa fueron Hemiptera, Odonata y Plecoptera, los cuales presentaron un taxa.

El valor promedio de riqueza de taxa de macrozoobentos entre las estaciones de muestreo fue 6 taxa. El mayor valor de riqueza de taxa fue 8 taxa y fue encontrado en las estaciones E4 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). Por el contrario, la estación de muestreo E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) registró 2 taxa, lo cual representó la menor riqueza taxa de macrozoobentos del área de estudio.

El promedio de densidad total de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio fue 543,5 ind/m2, valor que varió desde 61 ind/m2, medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) hasta 817 ind/m2, registrado en la estación E5 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres).

El taxa que presentó la mayor frecuencia en el área de estudio fue Simulidae, el que fue detectado en 5 estaciones de muestreo. Secundariamente, los taxa Chironomidae y Athericidae fueron encontrados en 4 estaciones de muestreo. Los taxa menos frecuentes en el área y detectados solamente en una estación de muestreo fueron Hydrophilidae, Coenagrionidae, Limnoperla jaffueli, Acari y Oligochaeta.

El taxa con mayor densidad en el área de estudio fue Simulidae, cuya densidad fue 338,9 ind/m2, valor medido en las estaciones E3 y E6. Por el contrario, la menor densidad del área de estudio fue presentada por los taxa Hydrophilidae (estación E3) y Athericidae (estación E1), los cuales registraron en estas estaciones una densidad de 5,6 ind/m2.

El valor promedio de diversidad biológica de macrozoobentos en el área de estudio fue 0,613 bits, el cual fluctuó entre 0,299 bits medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) y 0,850 bits medido en la estación E4 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). Los valores de equitabilidad variaron desde 0,68 adim., valor detectado en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) hasta 0,99 adim., medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

Los valores más bajos de densidad total de individuos (61 ind/m2) y la menor riqueza de taxa (2 taxa) dentro del área de estudio fueron encontrados en el sector del tramo del estero Puchuldiza sobre el cual descargan directamente afloramientos de géiseres (estación de muestreo E2). Estos valores de densidad total y riqueza de taxa aumentan hacia aguas abajo, en donde alcanzan los valores máximos registrados para el área de estudio. Estos resultados indican un significativo efecto negativo de la condición del agua de los afloramientos de los géiseres sobre el ensamble zoobentónico del estero Puchuldiza.

Tabla Nº 5-40 Composición y densidad (ind/m2) de macroinvertebrados bentónicos (macrozoobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

ORDEN	FAMILIA	TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6
COLEOPTERA	HYDROPHILIDAE	*Hydrophilidae*						5,6
	ELMIDAE	*Elmidae*			38,9	127,8		
DIPTERA	SIMULIDAE	*Simulidae*		33,3	338,9	88,9	183,3	338,9
	CHIRONOMIDAE	*Chironomidae*	77,8			61,1	194,4	205,6
	ATHERICIDAE	*Athericidae*	5,6		22,2	66,7		22,2
	EPHYDRIDAE	*Ephydridae*		27,8		44,4	16,7	
EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	*Andesiops torrens*	44,4					22,2
		Andesiops peruvianus	22,2					38,9
HEMIPTERA	CORIXIDAE	*Corixidae*					33,3	88,9
ODONATA	COENAGRIONIDAE	*Coenagrionidae*			11,1			
PLECOPTERA	GRYPOPTERIGIIDAE	*Limnoperla jaffueli*	33,3					
		Hirudineo				83,3	83,3	38,9
	HYALELLIDAE	*Hyalella sp.*				150,0	305,6	
		Acari				22,2		
		Oligochaeta			300,0			
	PLANARIIDAE	*Dugesia sp.*	33,3		50,0			
Densidad total (ind/m²)			217	61	761	644	817	761
Riqueza de taxa (No. de taxa)			6	2	6	8	6	8
Diversidad biológica (H',bits, Shannon)			0,693	0,299	0,531	0,850	0,646	0,656
Equidad (adim.)			0,89	0,99	0,68	0,94	0,83	0,73

Fuente: Elaboración propia.

Foto Nº 5-68 Fauna de macroinvertebrados bentónicos del área de estudio

Simulidae



Chironomidae



Athericidae



Limnoperla jaffueli



Oligochaeta



Corixidae.



Fuente: Elaboración propia.

c. **Microalgas bentónicas (Fitobentos)**

El ensamble de microalgas bentónicas detectadas en el área de estudio se presenta en la Tabla Nº 5-41.

La flora de microalgas bentónicas del área de estudio estuvo compuesta por 40 taxa. El valor mayor de riqueza de microalgas bentónicas fue 22 taxa, medido en la estación E4 (Estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). La menor riqueza de taxa fue 10 y 11 taxa y fue encontrada en las estaciones E5 (Estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres (Rinconada de Lupe) y E6 (Estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) respectivamente.

Los taxa numéricamente dominantes en el área de estudio fueron *Achnanthes* sp (1.198 cel/mm^2), *Denticula subtilis* (1.148 cel/mm^2), *Fragilaria brevistriata* (2.110 cel/mm^2) y *Fragilaria pinnata* (4.696 cel/mm^2). Estas especies fueron encontradas en 5 o 6 estaciones de muestreo. La abundancia total de estas especies varió entre 1.148 cel/mm^2 y 4.696 cel/mm^2.

La estación de muestreo con menor abundancia de microalgas bentónicas fue E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza y ubicadas aguas arriba del sector de Géiseres), la cual presentó una abundancia total de 53 cel/mm^2. Esta estación se diferenció significativamente por el bajo valor de abundancia de microalgas bentónicas del resto de las estaciones de muestreo, las cuales presentaron abundancia totales que variaron entre 593 cel/mm^2 y 4.275 cel/mm^2. Se observó un aumento creciente de la abundancia de microalgas bentónicas desde el tramo del estero Puchuldiza sobre el cual descargan afloramientos de géiseres (estación de muestreo E2) en donde se midió un valor de 593 cel/mm^2 y hacia aguas abajo, principalmente en la estación más alejada de esta descarga (estación de muestreo E6), en donde se midió un valor de 4.275 cel/mm^2. Estos resultados indican un efecto desfavorable de la condición del agua proveniente de los géiseres y que descargan al estero Puchuldiza sobre el ensamble de la microflora asociada al bentos.

El valor promedio de diversidad biológica de fitobentos en el área de estudio fue 2,640 bits, el cual varió entre 1,19 bits medido en la estación E6 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y 3,40 bits medido en la estación E2 (Estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

En base a los parámetros riqueza y abundancia total de microalgas bentónicas, los resultados muestran que las vertientes del área de estudio (estaciones de muestreo E1 y E3) no presentan ensambles de microalgas bentónicas que muestren mayor riqueza y abundancia de especies que los ensambles de microalgas que se encuentran en los tramos del estero Puchuldiza que fueron prospectados, incluso se observaron menores abundancias en la vertientes que en los tramos prospectados mdel estero Puchuldiza.

Tabla Nº 5-41 Composición y densidad (cel/mm2) de microalgas bentónicas (fitobentos). Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

TAXA	ESTACIONES DE MUESTREO					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Achnanthes sp		95,3	435,4	267,9	255,1	144,1
Achnanthidium minutissimum	0,4					
Amphora acutiuscula			64,4	32,0	47,7	
Amphora atacamae				12,8		
Amphora coffeaeformis					15,9	
Amphora sp1		9,6		63,8	15,9	6,9
Amphora sp2		9,5		12,8		
Cocconeis placentula v euglypta		19,0		6,4	191,9	17,2
Denticula subtilis	0,6	48,0	630,0	235,9	223,2	10,3
Fallacia pygmaea					15,9	
Fragilaria brevistriata	0,8	9,6	115,6	146,7	654,0	1.183
Fragilaria capucina v vaucheriae	17,7				16,1	
Fragilaria construens	0,8					
Fragilaria construens f subsalina					158,9	13,7
Fragilaria pinnata	1,3	57,5	166,6	504,2	1.082	2.885
Mayamaea atomus					32,1	
Navicula atacamana			12,9	6,4		
Navicula gregaria				6,4		
Navicula lauca			38,3	19,1	32,0	
Navicula microdigitoradiata				6,4		
Navicula parinacota				6,4		
Navicula salinicola			12,9	95,7	64,3	
Navicula veneta			38,4			
Nitzschia aff alpina	10,9					3,4
Nitzschia bacillum				12,8	32,1	
Nitzschia cf suchlandtii	8,5					
Nitzschia halloyii	2,1	19,0				
Nitzschia hungarica		152,8		25,5		6,9
Nitzschia inconspicua	1,2			12,7		
Nitzschia liebetruthii	0,6		12,8			
Nitzschia ovalis				12,7		
Nitzschia perminuta	2,3	47,8				
Nitzschia pusilla		19,0		12,8	47,7	
Nitzschia spp	4,3	28,9				
Nitzschia valdecostata		48,0	12,9	95,5	32,0	3,4
Planothidium lanceolatum	1,2					
Rhopalodia acuminata		9,6				
Rhopalodia aff brebissonii		9,5				
Rhopalodia cf constricta				6,4		
Stauroneis atacamae		9,6				
Riqueza (N° de taxa)	**14**	**16**	**11**	**22**	**17**	**10**
Abundancia total (cel/mm²)	**53**	**593**	**1540**	**1601**	**2916**	**4275**
Diversidad biológica (bytes)	**2,87**	**3,40**	**2,36**	**3,16**	**2,86**	**1,19**
Equidad (adim.)	**0,76**	**0,85**	**0,68**	**0,71**	**0,70**	**0,36**

Fuente: Elaboración propia.

1

2

3

4

5

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

6 CAPÍTULO 6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 6-1

6.1 INTRODUCCIÓN 6-1

6.2 METODOLOGÍA GENERAL 6-1
6.2.1 Metodología Aplicada para la Evaluación de los Impactos Ambientales 6-1

6.3 Impactos previstos Etapa de Construcción 6-4

6.4 Impactos previstos Etapa de Operación y Cierre 6-11

6.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS 6-14
6.5.1 Metodología de Evaluación y Valorización de Impactos Ambientales 6-14
6.5.2 Jerarquización de Impactos 6-15
6.5.3 Jerarquización y Relevancia de Los Impactos Determinados 6-22

6.6 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS 6-24
6.6.1 Impactos Sobre Calidad del Aire 6-24
6.6.2 Impactos por Ruidos 6-25
6.6.3 Impactos sobre Geología, Geomorfología y Suelos 6-26
6.6.4 Impactos sobre Calidad de Agua e Hidrología 6-27
6.6.5 Impactos Sobre Medio Biótico 6-29
6.6.6 Impactos Sobre Medio Humano 6-30
6.6.7 Impactos Sobre Medio Patrimonial 6-31

6.7 Descripción Impactos de etapa de Operación y Cierre 6-32
6.7.1 Impactos Sobre Calidad de Aire en Etapa de Operación y Cierre 6-32
6.7.2 Impactos Acústicos en Etapa de Operación y Cierre 6-33
6.7.3 Impactos sobre Hidrología en Etapa de operación y Cierre 6-34
6.7.4 Impactos Sobre Medio Biótico en Etapa de Operación y Cierre 6-35
6.7.5 Impactos Sobre Medio Humano en Etapa de Operación y Cierre 6-35
6.7.6 Impactos Sobre Medio Patrimonial en Etapa de Operación y Cierre 6-35

6.8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES 6-36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 6-1 Lista de Chequeo de Factores Ambientales....6-2
Tabla Nº 6-2 Lista de Chequeo de Actividades del Proyecto....6-3
Tabla Nº 6-3 Impactos de Construcción Previstos Sobre Calidad del Aire....6-4
Tabla Nº 6-4 Impactos de Construcción Previstos por Ruido....6-5
Tabla Nº 6-5 Impactos de Construcción Previstos Sobre Geomorfología y Geología....6-5
Tabla Nº 6-6 Impactos de Construcción Previstos Sobre Suelos....6-6
Tabla Nº 6-7 Impactos de Construcción Previstos Sobre Hidrología....6-6
Tabla Nº 6-8 Impactos de Construcción previstos sobre Flora y Vegetación Terrestre....6-7
Tabla Nº 6-9 Impactos de Construcción Previstos sobre Fauna Terrestre....6-7
Tabla Nº 6-10 Impactos de Construcción Previstos sobre Flora y Fauna Acuática....6-8
Tabla Nº 6-11 Impactos de Construcción Previstos sobre Flujo de comunicación y transporte....6-8
Tabla Nº 6-12 Impactos de Construcción Previstos sobre Población y empleo....6-8
Tabla Nº 6-13 Impactos de Construcción Previstos sobre Identidad Cultural y formas de organización....6-9
Tabla Nº 6-14 Impactos de Construcción Previstos sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio....6-9
Tabla Nº 6-15 Impactos de Construcción Previstos sobre Acceso a ambiente natural y Construido....6-9
Tabla Nº 6-16 Impactos de Construcción Previstos Sobre Patrimonio Arqueológico y Cultural....6-10
Tabla Nº 6-17 Impactos de Construcción Previstos Sobre Paisaje y Estética....6-10
Tabla Nº 6-18 Impactos Previstos de Operación y Cierre Sobre Calidad del Aire....6-11
Tabla Nº 6-19 Impactos de Operación y Cierre Previstos por Ruido....6-11
Tabla Nº 6-20 Impactos de Operación y Cierre Previstos Sobre Hidrología....6-12
Tabla Nº 6-21 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Fauna Terrestre....6-12
Tabla Nº 6-22 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Población y empleo....6-12
Tabla Nº 6-23 Impactos previstos Operación y Cierre sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio....6-13
Tabla Nº 6-24 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Paisaje y Estética....6-13
Tabla Nº 6-25 Evaluación de Impactos Etapa de Construcción....6-16
Tabla Nº 6-26 Evaluación de Impactos Etapa de Operación y Cierre....6-20
Tabla Nº 6-27 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Construcción del Proyecto....6-22
Tabla Nº 6-28 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Construcción del Proyecto....6-22
Tabla Nº 6-29 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Operación y Cierre del Proyecto....6-23
Tabla Nº 6-30 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Operación y Cierre del Proyecto....6-23
Tabla Nº 6-31 Niveles de presión Sonora Ponderados; Etapa de Construcción....6-25
Tabla Nº 6-32 Límites Máximos de Ruido en dBA....6-26
Tabla Nº 6-33 Distancia proyecto - receptor; etapa construcción....6-26
Tabla Nº 6-34 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración....6-29
Tabla Nº 6-35 Fuentes de ruido y NPSeq; Etapa de Operación Maquinarias....6-33
Tabla Nº 6-36 Fuentes de ruido y NPSeq; actividad de liberación de vapor a la atmósfera....6-33
Tabla Nº 6-37 Niveles de Presión Sonora Ponderados; Etapa De Operación....6-33
Tabla Nº 6-38 Límites Máximos de Ruido en dBA....6-34
Tabla Nº 6-39 Distancia Proyecto - Receptor; Etapa Operación y Cierre....6-34
Tabla Nº 6-40 Identificación de Riesgos Ambientales Relacionadas con el Proyecto en Etapas de Construcción, Operación y Cierre....6-37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 6-1 Esquema de Resultados Q50% - Subcuencas Estero Puchuldiza..... 6-28

6 CAPÍTULO 6 PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

6.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo contiene una evaluación de los impactos ambientales potenciales que puede provocar el proyecto Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur. De acuerdo a lo señalado en la Ley Nº 19.300, artículo 12 letra d) y en el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 12, letra g), esta evaluación contiene la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales que puede provocar el proyecto.

6.2 METODOLOGÍA GENERAL

En el presente EIA se ha procedido a identificar, calificar cualitativamente y cuantificar los impactos del Proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas o estimaciones, considerando la Descripción del Proyecto presentada en el capítulo 2 y la descripción de la línea de base entregada en el capítulo 4.

Para la valoración cualitativa de los impactos identificados, se ha recurrido a la utilización de un conjunto de criterios generalmente utilizados: naturaleza, magnitud, importancia, certidumbre, tipo, reversibilidad, duración y tiempo en aparecer. Se ha utilizado como herramienta de valoración general de impactos, una matriz elaborada en forma específica para el Proyecto.

Las matrices se han diseñado de modo de integrar las acciones del Proyecto con los factores del medio ambiente. De esta forma, se pueden determinar cuáles son las acciones que contribuyen a producir un impacto y por ende, se puede intervenir en dichas actividades y modificarlas, si es posible, para neutralizar o minimizar el impacto o bien establecer las medidas necesarias para su mitigación, compensación o corrección.

6.2.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Según se indicó, la identificación análisis y valorización de los impactos del Proyecto se basa en la consideración del cruce de los antecedentes y alcances de las actividades descritas para la construcción y operación de las alternativas de proyecto con la información obtenida y descrita en el capítulo de Línea de Base. Esta evaluación se lleva a cabo mediante la identificación de las actividades o acciones del proyecto factibles de causar impactos ambientales y de los componentes y elementos ambientales de cada medio posibles de ser impactados por estas acciones.

La metodología para evaluar los impactos consiste en aplicar las siguientes etapas de análisis al proyecto y a su entorno ambiental:

1) Definición de Listas de Chequeo
2) Elaboración de Matrices de Impacto
3) Valorización de Impactos
4) Determinación de Impactos Significativos.

6.2.1.1 Definición de Listas de Chequeo para el Proyecto

Para realizar la evaluación de impactos se desarrollaron en primer lugar listas de chequeo respecto a las actividades y acciones del proyecto factibles de causar impacto ambiental para las distintas etapas del proyecto y listas de chequeo de los componentes y elementos ambientales factibles de ser impactados.

Lista de Chequeo de Factores Ambientales: Se consideran los distintos componentes y elementos ambientales, de acuerdo a la Línea de Base determinada en el presente estudio.

Los componentes ambientales, factibles de ser impactados por el proyecto, se desglosan de acuerdo a los medios que componen la Línea de Base determinada en el presente estudio y que se presentan en la tabla siguiente. En el caso del Medio Humano, los componentes se distribuyen según cada una de las dimensiones identificadas en el Reglamento del SEIA DS Nº95/01.

Tabla Nº 6-1 Lista de Chequeo de Factores Ambientales

Medio		Componente
Físico		Calidad del Aire
		Ruido
		Geomorfología y Geología
		Suelos
		Hidrología
Biótico		Flora y Vegetación Terrestre
		Fauna Terrestre
		Flora y Fauna Acuática
Humano	**Dimensión Geográfica**	Distribución de los grupos humanos y estructura espacial de sus relaciones
		Flujo de comunicación y transporte
	Dimensión Demográfica	Población y empleo
	Dimensión Antropológica	Identidad Cultural y formas de organización
	Dimensión Socioeconómica	Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio
	Bienestar Social Básico	Acceso a servicios básicos
		Acceso a ambiente natural
		Acceso a ambiente construido
Cultural y Patrimonial		Patrimonio Arqueológico y Cultural
		Paisaje y Estética

Fuente: Elaboración propia. Los componentes del Medio Humano se han clasificado según lo estipula el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (95/01).

Listas de Chequeo de las Actividades del Proyecto: Se definen las actividades o acciones (para las etapas de Construcción y de Operación) factibles de producir impactos ambientales y que se encuentran descritas en el capítulo 1 de este EIA. Por la naturaleza del proyecto y dado su carácter temporal, las actividades de operación y cierre se evalúan en conjunto.

Tabla Nº 6-2 Lista de Chequeo de Actividades del Proyecto

Fase	Actividades Generales	Actividades Específicas
CONSTRUCCIÓN	1. Previas	1.1 Contratación y Capacitación mano de obra local
	2. Instalación de faenas y campamento	2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos
		2.2 Construcción de estructuras de campamento
		2.3 Habilitación circulaciones internas
		2.4 Habilitación redes de servicios y sistema de generación y suministro de energía
	3. Habilitación de caminos y accesos	3.1 Perfilamiento de huellas
		3.2 Rellenos y compactación
		3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3)
	4. Vehículos y Maquinaria	4.1 Circulación y Operación de maquinaria
		4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores
	5. Perforación Pozos de Baja Profundidad	5.1 Despeje de sector de perforación
		5.2 Montaje de equipo
		5.3 Perforación y habilitación sondaje
	6. Construcción de Plataformas de Perforación Geotérmica y Perforación de Pozos Profundos	6.1 Despeje de terreno de plataforma
		6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno
		6.3 Construcción cámara y montaje de válvulas
		6.4 Montaje de equipos y estructuras superiores
		6.5 Habilitación Fuentes de agua (captaciones)
		6.6 Habilitación estanques de lodos
		6.7 Habilitación estanques de combustibles
		6.8 Habilitación sistema de generación y suministro de energía
		6.9 Perforación de pozos
		6.10 Manejo y Disposición de lodos de perforación
	7. Manejo de Residuos	7.1 Manejo de Residuos sólidos de construcción
		7.2 Manejo de residuos sólidos domésticos de construcción
		7.3 Manejo de Aguas servidas de campamentos e instalación de faenas
OPERACIÓN	8. Pruebas de Pozos	8.1 Perfiles en pozos de baja profundidad
		8.2 Prueba de pozos geotérmicos
CIERRE Y/O ABANDONO	9. Cierre Campamento e Instalación de faenas	9.1 Desmontaje y desmantelamiento de campamento e instalación de faena
	10. Cierre de Plataformas	10.1 Cierre y Limpieza de plataformas
		10.2 Rehabilitación de superficies de plataformas de perforación geotérmica
		10.3 Disposición final de residuos sólidos y líquidos

Fuente: Elaboración propia.

6.3 IMPACTOS PREVISTOS ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En las tablas siguientes se identifican los impactos previstos de acuerdo al componente ambiental y a las actividades o acciones generales o específicas del proyecto en su etapa de construcción. Dichos impactos son localizados y conforme a sus alcances son posteriormente valorizados y establecidas las medidas correspondientes de mitigación, compensación

Tabla Nº 6-3 Impactos de Construcción Previstos Sobre Calidad del Aire

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Calidad del Aire**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 2.2 Construcción de estructuras de campamento 2.3 Habilitación circulaciones internas 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 5.1 Despeje de sector de perforación 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno 7.1 Manejo de Residuos sólidos de construcción	C-CAI-1: Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 2.2 Construcción de estructuras de campamento 2.3 Habilitación circulaciones internas 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 5.1 Despeje de sector de perforación 5.2 Montaje de equipo 5.3 Perforación y habilitación sondaje 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno 6.3 Construcción cámara y montaje de válvulas 6.8 Habilitación sistema de generación y suministro de energía 6.9 Perforación de pozos 7.1 Manejo de Residuos sólidos de construcción	C-CAI-2: Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-4 Impactos de Construcción Previstos por Ruido

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Ruidos**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 2.2 Construcción de estructuras de campamento 2.3 Habilitación circulaciones internas 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3) 4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 5.1 Despeje de sector de perforación 5.2 Montaje de equipo 5.3 Perforación y habilitación sondaje 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno 6.3 Construcción cámara y montaje de válvulas 6.4 Montaje de equipos y estructuras superiores 6.8 Habilitación sistema de generación y suministro de energía 6.9 Perforación de pozos	C-RUI-1: Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-5 Impactos de Construcción Previstos Sobre Geomorfología y Geología

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Geomorfología y Geología**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-GEO-1: Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	AID: -Plataformas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-6 Impactos de Construcción Previstos Sobre Suelos

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Suelos**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-SUE-1: Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-7 Impactos de Construcción Previstos Sobre Hidrología

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Hidrología – cursos de agua**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3) 6.5 Habilitación Fuentes de agua (captaciones)	C-HID-1: Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre quebrada SN Cruce C sobre estero Puchuldiza
6.5 Habilitación Fuentes de agua (captaciones)	C-HID-2: Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-8 Impactos de Construcción previstos sobre Flora y Vegetación Terrestre

MEDIO	**Biótico**	
COMPONENTE	**Flora y vegetación terrestre**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-VEG-1: Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-VEG-2: Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	AID: - campamento e instalación de faenas - Plataforma A
3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3) 4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores	C-VEG-3: Afectación de pajonal hídrico salino en sector de cruces de estero Puchuldiza	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre estero Puchuldiza Cruce C sobre estero Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-9 Impactos de Construcción Previstos sobre Fauna Terrestre

MEDIO	**Biótico**	
COMPONENTE	**Fauna terrestre**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno 6.9 Perforación de pozos 7.2 Manejo de residuos sólidos domésticos de construcción	C-FAU-1: Alteración y pérdida de hábitat de especies en categorías de conservación por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-10 Impactos de Construcción Previstos sobre Flora y Fauna Acuática

MEDIO	**Biótico**	
COMPONENTE	**Flora y Fauna Acuática**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3)	C-ACU-1: Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-11 Impactos de Construcción Previstos sobre Flujo de comunicación y transporte

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Flujo de Comunicación y Transporte**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3)	C-HUM-1: Mejoramiento de infraestructura y conectividad vial.	AID: Caminos y accesos existentes

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-12 Impactos de Construcción Previstos sobre Población y empleo

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Población y Empleo**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN GENERAL – CONTRATACIONES DE PERSONAL DE OBRAS	C-HUM-2: Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	AII: - Mauque - Colchane

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-13 Impactos de Construcción Previstos sobre Identidad Cultural y formas de organización

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Identidad Cultural y Formas de Organización**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-HUM-3: Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional.	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas A y B (más 4 eventuales)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-14 Impactos de Construcción Previstos sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Actividades Productivas, Relaciones Económicas y de Intercambio**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN GENERAL – ABASTECIMIENTO DE OBRAS	C-HUM-4: Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	AII: - Mauque - Colchane

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-15 Impactos de Construcción Previstos sobre Acceso a ambiente natural y Construido

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Acceso a ambiente natural y Construido**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 3.3 Construcción baterías de tubos cruces de esteros (3)	C-HUM-5: Reforzamiento del acceso a ambiente construido (lupe) y ambiente natural por habilitación de cruces sobre estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-16 Impactos de Construcción Previstos Sobre Patrimonio Arqueológico y Cultural

MEDIO	**Cultural y Patrimonial**	
COMPONENTE	**Patrimonio Arqueológico y Cultural**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.1 Despeje de terreno y levantamiento de cercos 2.2 Construcción de estructuras de campamento 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno	C-PYE-1: Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-17 Impactos de Construcción Previstos Sobre Paisaje y Estética

MEDIO	**Cultural y Patrimonial**	
COMPONENTE	**Paisaje y Estética**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
2.2 Construcción de estructuras de campamento 3.1 Perfilamiento de huellas 3.2 Rellenos y compactación 5.1 Despeje de sector de perforación 5.2 Montaje de equipo 6.1 Despeje de terreno de plataforma (0,7 ha) 6.2 Movimientos de tierra, perfilamiento y compactación terreno 6.4 Montaje de equipos y estructuras superiores 6.5 Habilitación Fuentes de agua (captaciones) 6.9 Perforación de pozos	C-PYE-2: Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	Plataformas A y B (más eventuales)
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores	C-PYE-3: Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque

Fuente: Elaboración propia.

6.4 IMPACTOS PREVISTOS ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

En las tablas siguientes se identifican los impactos previstos de acuerdo al componente ambiental y a las actividades o acciones generales o específicas del proyecto en su etapa de operación y cierre. En general se considera que las actividades de cierre involucran el progresivo abandono de las áreas de trabajo, dando un adecuado tratamiento a los espacios ocupados por las obras del proyecto.

Tabla Nº 6-18 Impactos Previstos de Operación y Cierre Sobre Calidad del Aire

MEDIO	**Físico**		
COMPONENTE	**Calidad del Aire**		
ETAPA	**Operación**		
Actividades		**Impacto**	**Localización**
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 8.1 Perfiles en pozos de baja profundidad 8.2 Prueba de pozos geotérmicos 10.1 Cierre y Limpieza de plataformas 10.2 Rehabilitación de superficies de plataformas de perforación geotérmica		OC-CAI-1: Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 8.2 Prueba de pozos geotérmicos 9.1 Desmontaje y desmantelamiento de campamento e instalación de faena 10.1 Cierre y Limpieza de plataformas 10.2 Rehabilitación de superficies de plataformas de perforación geotérmica		OC-CAI-2: Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-19 Impactos de Operación y Cierre Previstos por Ruido

MEDIO	**Físico**		
COMPONENTE	**Ruido**		
ETAPA	**Operación**		
Actividades		**Impacto**	**Localización**
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 8.2 Prueba de pozos geotérmicos 9.1 Desmontaje y desmantelamiento de campamento e instalación de faena 10.1 Cierre y Limpieza de plataformas		OC-RUI-1: Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y pruebas de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-20 Impactos de Operación y Cierre Previstos Sobre Hidrología

MEDIO	**Físico**	
COMPONENTE	**Hidrología – cursos de agua**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
6.5 Habilitación Fuentes de agua (captaciones)	OC-HID-1: Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-21 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Fauna Terrestre

MEDIO	**Biótico**	
COMPONENTE	**Fauna terrestre**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 8.2 Prueba de pozos geotérmicos 10.1 Cierre y Limpieza de plataformas 10.2 Rehabilitación de superficies de plataformas de perforación geotérmica	OC-FAU-1: Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	AID: -Plataformas A y B (más 4 eventuales)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-22 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Población y empleo

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Población y Empleo**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
ACTIVIDADES DE OPERACIÓN EN GENERAL – CONTRATACIONES DE PERSONAL	OC-HUM-1: Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	AII: - Mauque - Colchane

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-23 Impactos previstos Operación y Cierre sobre Actividades productivas, relaciones económicas y de intercambio

MEDIO	**Humano**	
COMPONENTE	**Actividades Productivas, Relaciones Económicas y de Intercambio**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
ACTIVIDADES DE OPERACIÓN EN GENERAL – ABASTECIMIENTOS Y LOGÍSTICA	OC-HUM-2: Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	AII: - Mauque - Colchane

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-24 Impactos previstos de Operación y Cierre sobre Paisaje y Estética

MEDIO	Humano	
COMPONENTE	**Paisaje y Estética**	
ETAPA	**Construcción**	
Actividades	**Impacto**	**Localización**
4.1 Circulación y Operación de maquinaria 4.2 Circulación y Operación de camiones y vehículos menores 8.2 Prueba de pozos geotérmicos	OC-PYE-1: Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque

Fuente: Elaboración propia.

6.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

6.5.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y VALORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para realizar esta tarea se ha procedido a realizar una matriz de identificación y evaluación de impacto ambiental. Esta matriz se compone de tres sectores. En el primer sector se enuncian los factores ambientales analizados en la Línea Base; en el segundo sector se enuncian las actividades del proyecto y en el tercer los componentes ambientales sobre los cuales se determinaron los potenciales impactos. Finalmente, sobre esta matriz se aplican los criterios de valoración y ponderación de los impactos identificados. La valoración de los criterios se presenta a continuación.

Naturaleza del impacto puede ser:

(+) Positivo
(-) Negativo

Magnitud:

(1) Baja: si no afecta significativamente la línea base.
(2) Media: si el efecto puede ser atenuado.
(3) Alta: si el efecto es significativo en comparación con la Línea Base.

Importancia: La importancia se ha definido como el factor que establece la sensibilidad del medio receptor.

(0) Sin importancia
(1) Menor: baja sensibilidad
(2) Moderada: sensibilidad media
(3) Mayor: alta sensibilidad

Certeza del impacto puede ser:

(C) Cierto: el impacto ocurrirá con una probabilidad > 75%.
(P) Probable: el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50% y 75%.
(I) Poco probable: el impacto ocurrirá con una probabilidad < 50%.
(D) Desconocido: se requiere de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto

Tipo:

(Pr) Primario: El impacto es una consecuencia directa de la construcción del Proyecto o su operación.
(Sc) Secundario: El impacto es consecuencia indirecta de la construcción u operación del Proyecto.
(Ac) Acumulativo: Impactos individuales repetitivos dan lugar a otros de mayor impacto.
(Sn) Sinérgico: El impacto se potencia con otros impactos.

Reversibilidad:

(1) Reversible
(2) No reversible

Duración:

(1) Corto Plazo: si el impacto permanece menos de 1 año.
(2) Mediano Plazo: si el impacto permanece entre 1 y 10 años.
(3) Largo Plazo: si el impacto permanece por más de 10 años.

Tiempo en Aparecer:

(C) Corto Plazo: aparece inmediatamente o dentro de los 6 meses posteriores a la construcción.
(M) Mediano Plazo: aparece entre 6 meses y 5 años después de la construcción.
(L) Largo Plazo: se manifiesta 5 o más años después de la construcción.

Para la ponderación de factores se ha considerado que la Magnitud e Importancia son los criterios principales, de este modo la técnica empleada en la presente evaluación propone multiplicar estos factores.

Los criterios de Reversibilidad y Duración tienen menor significancia relativa, por lo cual la ponderación opta por sumarlos, por ello la fórmula de la Ponderación es la siguiente:

Ponderación = (Magnitud x Importancia) + (Reversibilidad + Duración)

Así, el valor máximo de un impacto sería igual a:

$$(3 \times 3) + (2 + 3) = 14$$

Los criterios de **Naturaleza, Certeza, Tipo** y **Tiempo en Aparecer** se representan cualitativamente por medio de letras, pues constituyen criterios no cuantificables que son de gran utilidad para identificar la necesidad de aplicación de medidas y planes de manejo. Así, a la vez que este procedimiento permite evaluar impactos desde diversas perspectivas (cualitativas y cuantitativas) facilita obtener una cuantificación global de impactos de un proyecto ponderando el conjunto de sus impactos positivos y negativos.

6.5.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS

Finalmente, se procede a realizar la Jerarquización de los impactos evaluados de acuerdo al siguiente criterio:

- Entre los valores 2 a 5 se considera un Impacto Bajo.
- Entre los valores 6 a 9 se considera un Impacto Medio
- Entre los valores 10 a 14 se considera un Impacto Alto.

Tabla Nº 6-25 Evaluación de Impactos Etapa de Construcción

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
C-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	_	2	2	C	Pr	1	1	C	6	MEDIO
C-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	_	2	2	C	Pr	1	1	C	6	MEDIO
C-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	_	3	2	C	Pr	1	1	C	8	MEDIO

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
C-GEO-1	Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	AID: -Plataformas	–	1	2	C	Pr	2	3	C	7	MEDIO
C-SUE-1	Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	–	1	2	C	Pr	1	3	C	6	MEDIO
C-HID-1	Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre quebrada SN Cruce C sobre estero Puchuldiza	–	1	3	C	Pr	1	1	C	5	BAJO
C-HID-2	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	–	1	3	C	Pr	1	2	C	6	MEDIO
C-VEG-1	Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B	–	1	3	C	Pr	1	2	C	6	MEDIO
C-VEG-2	Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	AID: campamento e instalación de faenas Plataforma A	–	2	3	P	Pr	1	2	C	9	MEDIO
C-VEG-3	Afectación de pajonal hídrico salino en sector de cruces de estero Puchuldiza	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre estero Puchuldiza Cruce C sobre estero	–	2	3	P	Pr	1	2	C	9	MEDIO

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
		Puchuldiza										
C-FAU-1	Alteración y pérdida de hábitat de especies en categorías de conservación por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	–	2	3	P	Sc	1	2	C	9	MEDIO
C-ACU-1	Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza	–	1	3	C	Pr	1	1	C	5	BAJO
C-HUM-1	Mejoramiento de infraestructura y conectividad vial.	AID: Caminos y accesos existentes	+	2	3	C	Pr	1	3	C	10	ALTO
C-HUM-2	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	AII: - Mauque - Colchane	+	1	3	P	Sc	1	2	C	6	MEDIO
C-HUM-3	Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional.	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas A y B (más 4 eventuales)	–	1	3	D	Pr	1	1	C	5	BAJO
C-HUM-4	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales	AII: - Mauque - Colchane	+	1	3	P	Sc	1	2	C	6	MEDIO

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
	(alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras											
C-HUM-5	Reforzamiento del acceso a ambiente construido (Lupe) y ambiente natural por habilitación de cruces sobre estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza	+	2	3	C	Pr	1	3	C	10	ALTO
C-PYE-1	Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	_	1	3	I	Pr	2	3	C	8	MEDIO
C-PYE-2	Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	Plataformas A y B (más 4 eventuales)	_	1	3	C	Pr	1	3	C	7	MEDIO
C-PYE-3	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	_	2	3	P	Pr	1	1	C	8	MEDIO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-26 Evaluación de Impactos Etapa de Operación y Cierre

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
OC-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	_	2	2	C	Pr	1	1	C	6	MEDIO
OC-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	_	2	2	C	Pr	1	1	C	6	MEDIO
OC-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	_	2	2	C	Pr	1	1	C	6	MEDIO

Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Naturaleza del Impacto	Magnitud del Impacto (M)	Importancia	Certeza del Impacto	Tipo de Impacto	Reversibilidad del Impacto (R)	Duración del Impacto (D)	Tiempo en Aparecer	Ponderación (M * I) + (R+D)	Jerarquización del Impacto
OC-HID-1	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	_	1	3	C	Pr	1	1	C	5	BAJO
OC-FAU-1	Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	AID: -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	_	1	2	I	Sc	1	2	M	5	BAJO
OC-HUM-1	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	AII: - Mauque - Colchane	+	2	3	P	Sc	1	2	C	9	MEDIO
OC-HUM-2	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	AII: - Mauque - Colchane	+	2	3	P	Sc	1	2	C	9	MEDIO
OC-PYE-1	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	_	2	3	P	Pr	1	1	C	8	MEDIO

Fuente: Elaboración propia.

6.5.3 JERARQUIZACIÓN Y RELEVANCIA DE LOS IMPACTOS DETERMINADOS

Según se indicó, la jerarquización de los impactos evaluados se establece de acuerdo al siguiente criterio:

- Entre los valores 2 a 5 se considera un Impacto Bajo.
- Entre los valores 6 a 9 se considera un Impacto Medio
- Entre los valores 10 a 14 se considera un Impacto Alto

Los impactos jerarquizados de construcción se presentan en las siguientes tablas:

Tabla Nº 6-27 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Construcción del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
ALTO	C-HUM-1	Mejoramiento de infraestructura y conectividad vial.	10
	C-HUM-5	Reforzamiento del acceso a ambiente construido (Lupe) y ambiente natural por habilitación de cruces sobre estero Puchuldiza	10
MEDIO	C-HUM-2	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	6
	C-HUM-4	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-28 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Construcción del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	C-VEG-2	Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	-9
	C-VEG-3	Afectación de pajonal hídrico en sector de cruces de estero Puchuldiza	-9
	C-FAU-1	Alteración de hábitat por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	-9
	C-PYE-1	Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial	-8
	C-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	-8
	C-PYE-3	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	-8
	C-GEO-1	Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	-7

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
	C-PYE-2	Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	-7
	C-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	-6
	C-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	-6
	C-SUE-1	Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	-6
	C-HID-2	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	-6
	C-VEG-1	Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	-6
BAJO	C-HUM-3	Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional	-5
	C-ACU-1	Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	-5
	C-HID-1	Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	-5

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los impactos de Operación y Cierre del proyecto, su jerarquía se indica en las tablas siguientes:

Tabla Nº 6-29 Listado Jerarquizado de impactos Positivos de Operación y Cierre del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	OC-HUM-1	Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto	9
	OC-HUM-2	Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-30 Listado Jerarquizado de impactos Negativos de Operación y Cierre del Proyecto

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
MEDIO	OC-PYE-1	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	- 8
	OC-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	- 6
	OC-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.	- 6

Jerarquización del Impacto	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Ponderación
	OC-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	- 6
BAJO	OC-HID-1	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	- 5
	OC-FAU-1	Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	- 5

Fuente: Elaboración propia.

6.6 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS

6.6.1 IMPACTOS SOBRE CALIDAD DEL AIRE

- **C-CAI-1 Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado**

- **C-CAI-2 Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.**

El perfilamiento de caminos existentes, habilitación de accesos nuevos, espacios para campamentos, instalación de faenas y plataformas requieren movimientos de tierras por escarpes, rellenos y movimiento de vehículos y maquinarias implicarán emisiones de material particulado y gases de combustión.

a. **Movimiento de tierra asociado a la construcción y habilitación de caminos y accesos, Instalación de faenas, Campamento y plataformas:** Esta actividad contempla la remoción de la capa superior del suelo y efectuar movimientos de tierra acotados, afectando una superficie total máxima 9,19 ha, por lo que se espera que se generen un total de 0,04 ton/año de PM10.

b. **Excavación de estanques en sector de plataformas:** Con el fin de contener el agua y fluidos de construcción de pozos de exploración geotérmica, se construirán un conjunto de estanques de contención, estimándose que esta actividad tendrá una duración total para todo el campamento de 100 hr/año, por lo que 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 13,7 ton/año.

d. **Combustión de motores:** Producto del funcionamiento de generadores y de los motores de camiones y maquinarias, se emitirán al medio ambiente material particulado. Se estima que el mayor aporte se deberá al funcionamiento de los grupos generadores, llegando a un total de 4,8 ton/año para todas las fuentes de emisión.

Estas emisiones presentan una jerarquización media, dado que es un impacto claramente acotado en el tiempo y reversible. A la vez su magnitud puede ser atenuada tecnológicamente mediante la utilización de equipos en norma, con revisiones técnicas al día y un plan eficiente de minimización de movimientos de equipos y maquinarias. A la vez es favorecida por las condiciones de ventilación de la cuenca del estero Puchuldiza y la ausencia de receptores estables.

6.6.2 IMPACTOS POR RUIDOS

- **C-RUI-1 Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos**

Según se desprende del listado de actividades generadoras de impacto, un considerable número de actividades de construcción presentan algún grado de ruido, fundamentalmente por la acción de vehículos, maquinarias y procesos de construcción (perforación) de pozos de gradientes y pozos profundos geotérmicos. En el actual proyecto y según las estimaciones que se presentan en el apéndice referido a emisiones acústicas, este impacto se califica como Medio considerando principalmente su magnitud y su reversibilidad, a la vez que los potenciales receptores de impacto se localizan muy lejos de las actividades principales de construcción del proyecto.

La predicción de los niveles de ruido en los puntos receptores se realizó dividiendo el proyecto en etapas y actividades principales. Para efectos de evaluación se presentan mapas de ruido característicos de cada actividad, en donde se aprecia la propagación del sonido en un escenario topográfico plano (sin obstáculos) denotando la distancia en metros. De estos perfiles sonoros se determina el área de influencia en cada receptor, es decir, la distancia mínima en que el proyecto podrá ubicarse de éstos y desarrollar sus distintas etapas sin sobrepasar los límites de ruido establecidos.

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

Tabla Nº 6-31 Niveles de presión Sonora Ponderados; Etapa de Construcción

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

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Para evaluar los niveles de ruido estimados por la ejecución del proyecto, se comparan estos con el nivel de ruido de fondo medido en los puntos receptores e indicados en el capítulo 1, diferenciado por período horario, más 10 dBA, tal como se establece en el D.S.146/97 del MINSEGPRES el límite máximo de ruido en zonas rurales (zonas fuera del área urbana).

Para obtener un límite estándar, debido a la variabilidad de los niveles basales de ruido, se promedian los registrados tanto en período diurno como nocturno.

Tabla Nº 6-32 Límites Máximos de Ruido en dBA

Período	Promedio NPSeq (Ruido Fondo)	Límite
Diurno	52	62
Nocturno	43	53

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Considerando los límites normativos de la tabla anterior, se estiman las distancias máximas de cercanía del proyecto con respecto a los receptores e indicadas en la tabla siguiente:

Tabla Nº 6-33 Distancia proyecto - receptor; etapa construcción

Etapa	Período	Límite diurno (en dBA)	Distancia (metros)
Construcción	Diurno	62	160
	Nocturno	53	400

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Como conclusión de la evaluación y modelación se tiene que los niveles de ruido de fondo promedio registrados en los puntos receptores fluctúan entre 62 y 53 dependiendo el período de medición (diurno y nocturno, respectivamente).

Se determinaron las áreas de influencia directa de los puntos receptores y en base a las actividades a desarrollar y las obras a construir, se cumplen los límites de la normativa de ruido.

Cabe señalar que la determinación de estas áreas se desarrolló en base al límite nocturno de 53 dBA, en escenarios conservadores en dos dimensiones, por lo que se espera que en la práctica los niveles de ruido sean menores.

6.6.3 IMPACTOS SOBRE GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

- **C-GEO-1 Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos**

La construcción de las plataformas de los pozos de exploración geotérmica requerirán la habilitación de un espacio de trabajo aproximado de 0,7 ha en cada caso, con un máximo de 6 plataformas y 4,2 ha totales de intervención. Esta habilitación supone trabajos de excavación, relleno y compactación necesaria para montar la torre de perforación, estanques de lodos y otras estructuras y equipos descritos. A lo anterior cabe adicionar potenciales movimientos de tierra para habilitar el espacio de Campamento e Instalación de Faenas, los que ocuparán en total una superficie aproximada de 4, 5 ha.

Las unidades geológicas donde se desarrollan estas obras corresponden principalmente a la Unidad Volcano Sedimentaria Formación Lupe (MBP) y las cubiertas sedimentarias de depósitos coluviales y aluviales (QSP), no se proyectan intervenciones sobre la Unidad de Sinter que acoge el campo visible de geisers de Puchuldiza.

Las intervenciones son menores respecto del total área de concesión, se localizan en espacios absolutamente alejados de los circuitos de visitación turística del área, no obstante se trata de obras no reversibles y por ello se considera un impacto negativo, objeto de medidas de mitigación y restauración.

- **C-SUE-1 Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)**

De acuerdo a los estudios de base ejecutados, los suelos del área de proyecto tienen bajas categorías productivas agrícolas, sin embargo poseen en mayor o menor medida horizontes orgánicos que sirven de sustrato a la vegetación del área (principalmente tolar).

La remoción efectiva de suelos alcanzará un total aproximado de 4,5 ha incluyendo el área de instalación de faenas, campamentos, plataformas de pozos profundos y nuevos accesos. La ponderación media del impacto está dada por su condición de irreversible, por lo que será objeto de medidas de mitigación, como es el resguardo del material que constituye el horizonte superficial.

6.6.4 IMPACTOS SOBRE CALIDAD DE AGUA E HIDROLOGÍA

- **C-HID-1 Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce**

El proyecto requiere habilitar dos cruces sobre el estero Puchuldiza a fin de acceder eficazmente a los sectores de perforación en el entorno de la localidad de Lupe. Para ello se han diseñado cruces definitivos en base a baterías de tubos, cuya cualidad es la menor intervención que requieren para constituir la sección definitiva, la que está dada por la cantidad requerida de tubos.

La construcción de estas obras conlleva una intervención con remoción de material de fondo y de los bordes del estero, lo anterior genera un deterioro temporal de la calidad del recurso, el que se ha ponderado como Bajo, dado que se trata de un impacto reversible y de corta duración. Sin embargo los trabajos de construcción deberán establecer un programa de obras orientado a minimizar los efectos sobre el caudal y la calidad de las aguas.

- **C-HID-2 Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones**

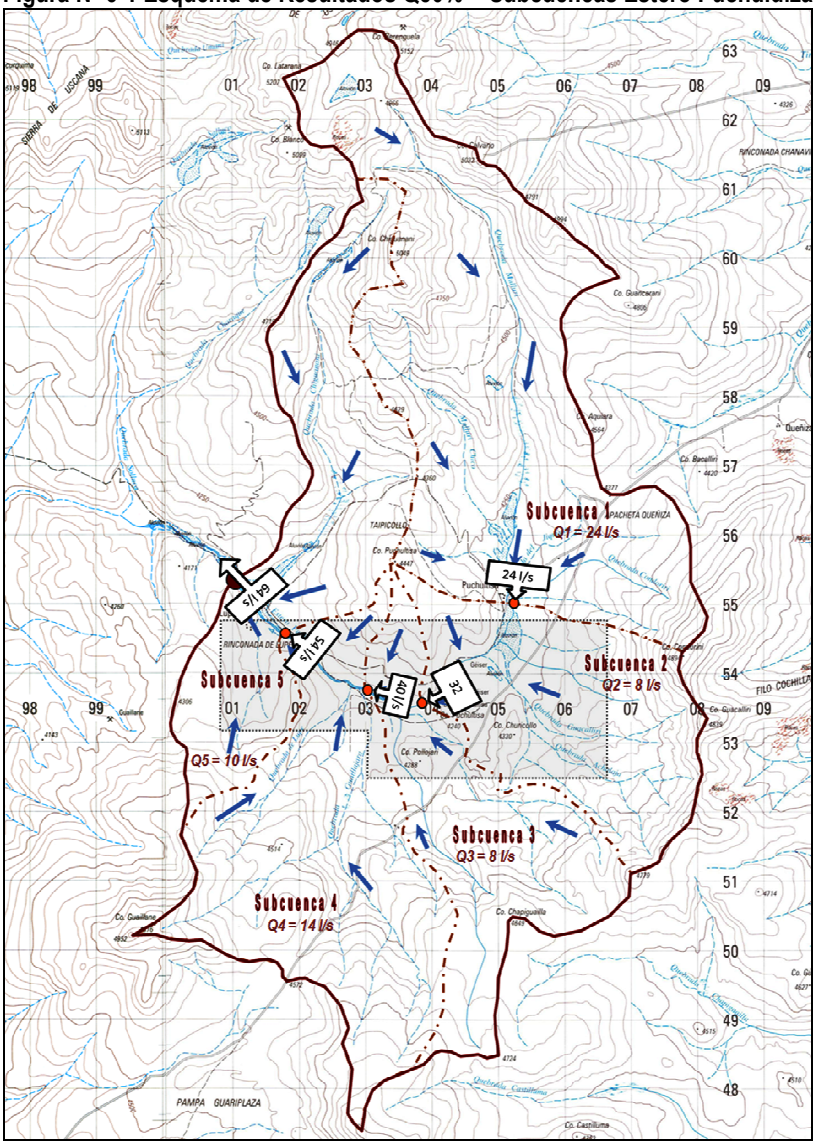
Según se señala en la descripción de proyecto, los trabajos de construcción de los pozos profundos de exploración geotérmica contemplan la utilización de fluidos o lodos de perforación los que a su vez requieren de una adecuada provisión de agua, estimándose un caudal continuo de uso consuntivo de 3 l/s durante el tiempo que duren ambas perforaciones.

Lo anterior contempla la extracción de este caudal desde el estero Puchuldiza, para lo cual se establece un acuerdo previo con la Comunidad Mauque – Puchuldiza, propietaria de dichos derechos.

En sus aspectos descriptivos, el estero Puchuldiza es un afluente de cabecera de la Quebrada de Aroma, cauce endorreico que nace en la cordillera de Los Andes, con curso ondulante en dirección al poniente, en su desarrollo cruza el sinter de Puchuldiza, lo que afecta claramente la calidad del recurso, luego su curso sigue frente al sector de Lupe para internarse y cruzar el Parque Nacional Volcán Isluga y finalmente con dirección sur-poniente, desaparecer por completo en la Pampa del Tamarugal.

En cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, se han desarrollado los estudios hidrológicos correspondientes y se ha caracterizado la cuenca aportante del estero Puchuldiza y los caudales disponibles para distintos periodos de retorno; al efecto la figura siguiente entrega los caudales disponibles para un periodo de retorno de 50% y la tabla a continuación, las estimaciones de caudal para diferentes periodos.

Figura Nº 6-1 Esquema de Resultados Q50% - Subcuencas Estero Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 6-34 Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERÍODO DE RETORNO T (años)	ESTERO PUCHULDIZA EN SALIDA ZONA DE EXPLORACIÓN QMÁX INST	
		(m3/s)	(m3/s/km2)
50%	2	0,92	0,0125
20%	5	1,19	0,0163
10%	10	1,40	0,0192
5%	20	1,61	0,0220
4%	25	1,68	0,0229
2%	50	1,89	0,0258
1%	100	2,10	0,0287
0,5%	200	2,31	0,0316
0,2%	500	2,59	0,0353
0,1%	1.000	2,80	0,0382

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los estudios y observaciones realizadas, el estero Puchuldiza presenta caudales suficientes por lo cual, las extracciones de proyecto no representen un efecto significativo, tanto en el área de estudio como en el resto de su trayecto. Por ello el impacto, si bien se considera igualmente negativo, es reversible y de ponderación media, requiriendo medidas de seguimiento a fin de mitigar y reducir cualquier impacto no verificado por esta actividad.

6.6.5 IMPACTOS SOBRE MEDIO BIÓTICO

- **C-VEG-1 Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos**

- **C-VEG-2 Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar**

- **C-VEG-3 Afectación de pajonal hídrico en sector de cruces de estero Puchuldiza**

Según se ha indicado, la remoción efectiva de suelos alcanzará un total aproximado de 4,5 ha incluyendo el área de instalación de faenas, campamentos, plataformas de pozos profundos y nuevos accesos.

De acuerdo a la condición observada de los terrenos, estas actividades suponen la remoción de la capa superficial de vegetación presente, compuesta principalmente por formaciones de pajonal y algunos sectores con formaciones de pajonal con Llaretas.

Estos impactos se consideran negativos, reversibles en un periodo de tiempo superior a un año y con ponderación media, por tanto deben acompañarse de medidas de mitigación y restauración.

De acuerdo a la programación efectuada, las obras se emplazan fundamentalmente sobre sectores sin presencia de llaretas, no obstante deberán establecerse las observaciones de precisión previas, a fin de delimitar las zonas de trabajo y excluir sectores eventuales con presencia de estas especies.

Respecto del pajonal hídrico, este se observa como una faja de ancho variable a ambos lados del estero Puchuldiza y constituye en sus espacios más anchos un lugar de pastoreo de especies domésticas y nativas. Esta formación

puede ser eventualmente impactada por las obras de cruce sobre el estero Puchuldiza, por lo cual debe optarse por los sectores de menor ancho o aquellos que ya poseen cruces demarcados (por ejemplo el existente para cruzar hacia las casas de Lupe).

- **C-FAU-1 C-FAU-1: Alteración y pérdida de hábitat de especies en categorías de conservación por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos**

Dado que el área de proyecto presenta una muy baja intervención antrópica, la implantación de obras y principalmente la presencia de personas y actividades en turno continuo podrá suponer una alteración del hábitat para algunas especies.

De acuerdo al estudio biogeográfico realizado, todos los ambientes del área de proyecto presentan atributos que le otorgan un importante valor ecológico, por ello se ha considerado que un eventual impacto sobre la fauna presente es de carácter negativo, reversible y de ponderación media.

Los ambientes de pajonal hídrico y bofedales se consideran ambientes particularmente sensibles y han quedado excluidos de las obras principales del proyecto (accesos, plataformas, campamento, instalación de faenas), proyectándose las intervenciones en los ambientes de pajonal, correspondientes a más del 70% de la superficie del área de proyecto, en donde claramente los índices de biodiversidad son menores y por lo tanto los impactos sobre el componente fauna serán menos significativos y más manejables.

Se deberá tener especial cuidado con la fauna mayor (Llama, Alpaca, Vicuña) y otras especies potencialmente presentes (Zorro chilla o gris, Burro feral, Ratón de vientre blanco, Vizcacha) evitando acciones que pongan en riesgo su presencia (circulación de vehículos, tratamiento de residuos), proyectándose que con las medidas adecuadas de contención y exclusión, estas no serán afectadas por los trabajos nocturnos asociados a la construcción de los pozos profundos geotérmicos.

- **C-ACU-1 Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza**

De acuerdo al estudio limnológico, el área de estudio presenta un ambiente singular y extremo para la biota existente, la que está adaptada a las condiciones de hábitat que presentan los ambientes altiplánicos, pero también donde un patrón significativo es la menor abundancia y riqueza del estero Puchuldiza que es afectado directamente por la descarga de afloramientos de géiseres, lo que hace 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 del área.

A partir de lo anterior y considerando que deberán ejecutarse intervenciones directas en dos puntos del estero Puchuldiza, se considera que habrá un impacto negativo, reversible y de corta duración que debe ser sujeto de medidas de mitigación y control.

6.6.6 IMPACTOS SOBRE MEDIO HUMANO

- **C-HUM-1 Mejoramiento de infraestructura y conectividad vial**

- **C-HUM-5 Reforzamiento del acceso a ambiente construido (Lupe) y ambiente natural por habilitación de cruces sobre estero Puchuldiza**

Son impactos positivos asociados a las obras requeridas por el proyecto para acceder a los distintos lugares de trabajo del proyecto (campamento e instalación de faenas, plataformas y perforaciones), que serán también de utilidad para la comunidad y visitantes. Las obras de cruce constituyen aportes definitivos del proyecto, por ello se ha considerado un impacto de alta ponderación.

C-HUM-2 Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto

- **C-HUM-4 Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras**

Si bien los trabajos específicos de perforación están considerados para ser desarrollados por especialistas en estas tareas, se requerirá de apoyo general y técnico en diversas actividades, principalmente logística y abastecimiento de insumos generales, por ello se espera contar con la asistencia de personal local, el que será contactado a través de la comunidad de Mauque y la Municipalidad de Colchane. Se considera un impacto positivo, de baja magnitud, dado el número total estimado de trabajadores (30).

- **C-HUM-3 Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional**

De acuerdo a los estudios de línea de base, existen varios usos medicinales por parte de la cultura aymara para algunas especies vegetales, entre ellas, destacan la flor y mecha de llareta que tienen usos para tratar algunas afecciones.

Al efecto, las intervenciones requeridas de plataformas y áreas de instalación de faenas y campamentos requieren la preparación de los espacios y la remoción de la cubierta vegetal, pudiendo afectar algunas de las especies consideradas de interés medicinal. Si bien es un impacto potencial de baja magnitud y de ponderación también baja, se deberán considerar las prospecciones previas de las áreas por parte de un especialista local, a fin de minimizar el impacto sobre dichas especies.

6.6.7 IMPACTOS SOBRE MEDIO PATRIMONIAL

- **C-PYE-1 Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial**

El estudio de línea base patrimonial establece los sitios y lugares donde se reconocen rasgos arqueológicos, que se concentran en las partes bajas de las quebradas del área de proyecto y que no serán afectadas por las obras del proyecto. Lo anterior otorga un amplio rango de espacio donde es posible establecer las áreas de proyecto

No obstante lo anterior, existe un riesgo potencial de afectar recursos o rasgos dispersos o subsuperficiales no determinados visualmente, lo cual, de acuerdo a la evaluación se considera un impacto Alto que requiere medidas de prevención previa, para lo cual los sitios de proyecto, incluyendo áreas de instalación de faenas, campamento, accesos viales nuevos y plataformas dispondrán de una verificación profesional durante las labores de escarpe superficial.

- **C-PYE-2 Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica**

Según se indicó previamente, la construcción de las áreas de plataformas de los pozos de exploración geotérmica requerirán la habilitación de un espacio de trabajo aproximado de 0,7 ha en cada caso. Esta habilitación supone trabajos de excavación, relleno y compactación necesaria para montar la torre de perforación, estanques de lodos y otras estructuras y equipos descritos. A lo anterior cabe adicionar potenciales movimientos de tierra para habilitar el espacio de Campamento e Instalación de Faenas, los que ocuparán en total una superficie aproximada de 4, 5 ha.

Lo anterior significará intervenciones menores respecto del total área de concesión y se localizan en espacios absolutamente alejados de los circuitos de visitación turística del área y que no afectan la calidad visual dominante; no obstante dado que algunos movimientos de tierra y excavaciones no serán plenamente reversibles se considera un impacto negativo, objeto de medidas de mitigación y restauración.

- **C-PYE-3 Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto**

El proyecto contempla un plazo total de trabajos de aproximadamente 16 a 18 meses, tiempo en el cual se observará el tránsito inicial de vehículos y maquinarias de construcción, camiones con carga (principalmente partes y piezas de la torre de perforación e insumos de construcción de campamento e instalación de faenas). A la vez se observará un regular de vehículos livianos (camionetas) de personal del proyecto.

Lo anterior podrá suponer una afectación de la calidad de la visitación turística al área, desde el sector de Mauque (muy eventual) al sector entorno del campo de los géiseres de Puchuldiza. No obstante ser un impacto negativo reversible y de baja duración, se considera importante y sujeto de medidas de mitigación.

6.7 DESCRIPCIÓN IMPACTOS DE ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

6.7.1 IMPACTOS SOBRE CALIDAD DE AIRE EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **OC-CAI-1 Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado**

- **OC-CAI-2 Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles**

Durante la etapa de operación y posterior cierre de las obras se emitirán bajos volúmenes de material particulado y gases, en razón que las actividades a desarrollar involucran menores movimientos de vehículos, generadores y maquinarias. Existirán emisiones acotadas de material particulado por los trabajos de restauración de los terrenos utilizados para campamento, instalación de faenas y plataformas. El resto de las intervenciones (principalmente viales) no tendrán restauración.

Estas emisiones presentan una jerarquización media, dado que es un impacto claramente acotado en el tiempo y reversible. A la vez su magnitud puede ser atenuada tecnológicamente y es favorecida por las condiciones de ventilación de la cuenca del estero Puchuldiza y la ausencia de receptores estables.

6.7.2 IMPACTOS ACÚSTICOS EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **OC-RUI-1 Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos**

Según se señala en el informe de impacto acústico del proyecto, la predicción de los niveles de ruido en los puntos receptores se realizó dividiendo el proyecto en etapas y actividades principales. Para modelar la etapa de operación se utilizó información obtenida tras una campaña de mediciones de nivel de presión sonora realizado por ENAP en el equipo de Perforaciones Nº 7, ubicado en Cóndor Nº 11 en el área Continente, el 09 de noviembre del 1998. Esta instalación presenta similares características a la que se construirá en Puchuldiza.

El modelo para la actividad de liberación de vapor a presión a la atmósfera considero dos fuentes: la salida del separador bifásico y la salida de vapor sin silenciador. Solamente las atenuaciones por divergencia geométrica y absorción atmosférica fueron utilizadas en el modelo.

En la etapa de operación y cierre las fuentes consideradas de ruido y su nivel de presión sonora equivalente (medida a 10m) se describen en la siguiente tabla:

Tabla Nº 6-35 Fuentes de ruido y NPSeq; Etapa de Operación Maquinarias

Fuentes de Ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Generador 1 - Plataforma A1	83
Generador 2 - Plataforma A1	86
Sala de motores - Plataforma A1	81
Generador 1 - Plataforma A2	83
Generador 2 - Plataforma A2	86
Sala de motores - Plataforma A2	81

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Tabla Nº 6-36 Fuentes de ruido y NPSeq; actividad de liberación de vapor a la atmósfera.

Fuentes de Ruido	NPSeq @10m (en dBA)
Separador Bifásico - Plataforma A1	90
Salida Vapor - Plataforma A1	95
Separador Bifásico - Plataforma A2	90
Salida Vapor - Plataforma A2	95

Fuente: Estudio de impacto acústico.

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

Tabla Nº 6-37 Niveles de Presión Sonora Ponderados; Etapa De Operación.

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

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Es posible advertir 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.

Para evaluar los niveles de ruido estimados por la ejecución del proyecto, se comparan estos con el nivel de ruido de fondo medido en los puntos receptores e indicados en el capítulo 1, diferenciado por período horario, más 10 dBA, tal como se establece en el D.S.146/97 del MINSEGPRES el límite máximo de ruido en zonas rurales (zonas fuera del área urbana).

Para obtener un límite estándar, debido a la variabilidad de los niveles basales de ruido, se promedian los registrados tanto en período diurno como nocturno.

Tabla Nº 6-38 Límites Máximos de Ruido en dBA

Período	Promedio NPSeq (Ruido Fondo)	Límite
Diurno	52	62
Nocturno	43	53

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Considerando los límites normativos de la tabla anterior, se estiman las distancias máximas de cercanía del proyecto con respecto a los receptores e indicadas en la tabla siguiente:

Tabla Nº 6-39 Distancia Proyecto - Receptor; Etapa Operación y Cierre

Etapa	Período	Límite diurno (en dBA)	Distancia (metros)
Operación	Diurno	62	410
	Nocturno	53	850

Fuente: Estudio de impacto acústico.

Como conclusión de la evaluación y modelación se tiene que los niveles de ruido de fondo promedio registrados en los puntos receptores fluctúan entre 62 y 53 dependiendo el período de medición (diurno y nocturno, respectivamente). Se determinaron las áreas de influencia directa de los puntos receptores y en base a las actividades a desarrollar y los dos pozos a construir y probar, se cumplen los límites de la normativa de ruido.

Cabe señalar que la determinación de estas áreas se desarrolló en base al límite nocturno de 53 dBA, en escenarios conservadores en dos dimensiones, por lo que se espera que en la práctica los niveles de ruido sean menores.

6.7.3 IMPACTOS SOBRE HIDROLOGÍA EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **C-HID-1 Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones**

Las pruebas de pozos requerirán cantidades sustancialmente menores de agua, respecto de los volúmenes requeridos para la construcción de estas obras. Dichas extracciones desde el cauce del estero Puchuldiza deberán ser autorizadas por los propietarios de los derechos estimándose que su magnitud será menor, al igual que su duración, por lo que ha sido ponderado como un impacto negativo bajo, sobre el que de todas formas se establece un seguimiento.

6.7.4 IMPACTOS SOBRE MEDIO BIÓTICO EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **OC-FAU-1 Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos**

De igual forma que en la fase de construcción, la ejecución de pruebas de pozos en etapa de operación en horario nocturno puede conllevar algún efecto sobre la fauna silvestre y doméstica del área. Sin embargo considerando la duración de las pruebas y las mitigaciones técnicas correspondientes se reconoce como un impacto negativo de baja ponderación.

6.7.5 IMPACTOS SOBRE MEDIO HUMANO EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **OC-HUM-1 Generación de empleos para mano de obra calificada y no calificada en las actividades de construcción del proyecto**

- **OC-HUM-2 Generación de oportunidades de abastecimiento de servicios locales (alimentación, alojamiento, transporte) y de apoyo al personal de obras**

En forma similar a la etapa de construcción, los trabajos específicos de pruebas de pozos, cierre y desmantelamiento de campamento e instalación de faenas son desarrollados por especialistas en estas tareas, sin embargo se continuará requiriendo de apoyo general y técnico en diversas actividades, principalmente logística y abastecimiento de insumos generales, por ello se espera contar con la asistencia de personal local, el que será contactado a través de la comunidad de Mauque y la Municipalidad de Colchane. Se considera un impacto positivo, de baja magnitud, dado que el número estimado de trabajadores para esta etapa será menor al requerido en etapa de construcción.

6.7.6 IMPACTOS SOBRE MEDIO PATRIMONIAL EN ETAPA DE OPERACIÓN Y CIERRE

- **OC-PYE-1 Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto**

Durante la etapa de operación y cierre circularán un número menor de vehículos livianos (camionetas) de personal del proyecto y camiones con carga (principalmente partes y piezas de cierre de campamento, instalación de faenas y maquinarias).

Lo anterior podrá suponer una afectación menor de la calidad de la visitación turística al área, desde el sector de Mauque (muy eventual) al sector entorno del campo de los géiseres de Puchuldiza. No obstante ser un impacto negativo reversible y de baja duración, se considera importante y sujeto de medidas de mitigación.

6.8 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

En este acápite se identifican los riesgos en función de las características del proyecto y de los distintos componentes ambientales definidos en la línea de base.

Para los términos del presente estudio, el Riesgo Ambiental se define como la ocurrencia de fenómenos eventos o sucesos no planificados (sin una certeza de ocurrencia) que puedan tener o no efectos adversos sobre el proyecto, o que se deriven de éste afectando como consecuencia al medio ambiente en forma negativa. El riesgo en si mismo, es la mayor o menor probabilidad de que se produzca un daño o catástrofe natural, biótica o social, debido a la activación de algún proceso no deseado (MOPT, 1992).

En este contexto, los riesgos más importantes son los que tienen efectos sobre el entorno natural (particularmente sobre el sistema físico, los ecosistemas y especies con problemas de conservación) y sobre el entorno humano (entendido como efectos sobre la salud y calidad de vida de la población).

Se incluye a continuación el listado por componente de los riesgos ambientales identificados en el marco del presente estudio.

Tabla Nº 6-40 Identificación de Riesgos Ambientales Relacionadas con el Proyecto en Etapas de Construcción, Operación y Cierre

COMPONENTE	ETAPA	ZONA DE RIESGO	AGENTES	TIPO DE RIESGO
Clima	Construcción Operación	Caminos, accesos, Campamento, Instalación de Faenas, Plataformas de perforación	Eventos climáticos extremos (precipitaciones intensas, tormentas eléctricas, aumento brusco de caudal de estero Puchuldiza y quebradas afluentes)	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.
Calidad de Aire	Construcción Operación	Caminos, accesos, Campamento, Instalación de Faenas, Plataformas de perforación	Operación de vehículos y maquinaria con motores en mal estado Accidentes de vehículos y maquinarias	Contaminación temporal del aire por emisiones de gases de combustión de vehículos en mal estado o por situaciones de accidentes con incendios de vehículos
Suelos – Medio Biótico	Construcción	Caminos, accesos, Instalación de Faenas, Plataformas de perforación	Derrames accidentales de hidrocarburos, aceites, grasas y otros compuestos de perforación durante las faenas de construcción	Daño al suelo y al medio biótico, Potencial riesgo de incendios por combustión de los hidrocarburos derramados
			Descargas accidentales de residuos líquidos y sólidos	Daño al suelo y al medio biótico
		Caminos, accesos	Accidentes vehiculares que generen derrames al suelo	Daño al suelo y al medio biótico, Potencial riesgo de incendios por combustión de los hidrocarburos derramados y contaminación temporal del aire
Hidrología – Calidad del Agua – Medio Biótico Acuático	Construcción	Cruces Estero Puchuldiza	Derrames accidentales de hidrocarburos, aceites, grasas y otros compuestos de perforación durante las faenas de construcción	Alteración de la calidad del agua y daño al medio biótico por sustancias contaminantes
	Operación	Cruces Estero Puchuldiza	Derrames accidentales de hidrocarburos, aceites, grasas y otros compuestos de perforación durante las faenas de operación	
Medio Humano	Construcción	Área de Influencia Directa e Indirecta	Ocurrencia de accidentes por tránsito de vehículos y maquinarias. Contingencias asociadas a labores de perforación de pozos profundos y/o pozos de gradientes térmicos	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	Área de Influencia Directa e Indirecta	Contingencias asociadas a pruebas de pozos profundos	Aumento de percepción de riesgo de operación del proyecto, de etapas posteriores de desarrollo de la fuente geotérmica y afectación del recurso turístico de los géiser de Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

1
2
3
4
5
6

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA sur 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

7 CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 7-1

7.1 PLANES Y OBJETIVOS 7-1
7.1.1 Plan de Manejo Ambiental 7-1
7.1.2 Plan de Medidas de Prevención de Riesgos Ambientales 7-1
7.1.3 Plan de Prevención de Riesgos y accidentes 7-2

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 7-2
7.2.1 Resumen Plan de Manejo Ambiental 7-2
7.2.2 Descripción de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación 7-8
7.2.3 Medidas Ambientales Generales 7-15

7.3 PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES 7-16
7.3.1 Resumen de Riesgos Ambientales 7-17
7.3.2 Descripción de Medidas del Plan de Prevención de Riesgos 7-17

7.4 PLAN GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES Y CONTINGENCIAS .. 7-22
7.4.1 Alcance del PGP 7-22
7.4.2 Principios del PGP 7-22
7.4.3 Reglamento de Obra y Actividades 7-23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 7-1 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Construcción 7-3
Tabla Nº 7-2 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Operación y Cierre 7-6
Tabla Nº 7-3 Riesgos Determinados del Proyecto 7-17

7 CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

El presente capítulo contiene las medidas de mitigación, reparación y/o compensación que indica el artículo 12º, letra h), del Reglamento del SEIA, en concordancia con el Título VI del mismo, que permitirán minimizar y/o eliminar los impactos potenciales negativos que se obtiene de los resultados de la evaluación de impactos del Proyecto presentados en el capítulo anterior.

Las medidas se proponen en función de que se hagan cargo adecuadamente de los impactos que genera el proyecto, que sean compatibles con las condiciones del área de proyecto y con las condiciones operacionales del proyecto, contemplando para ello medidas de aplicación general y medidas específicas.

7.1 PLANES Y OBJETIVOS

7.1.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental consideran los siguientes tipos de medidas:

1. **Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación de Impactos Ambientales**

El objetivo de las medidas de mitigación es el evitar o disminuir los impactos negativos determinados en las distintas etapas del Proyecto, a través de aquellas que impiden las obras o acciones generadoras de dicho efecto o aquellas que lo minimizan a través de medidas específicas.

2. **Medidas de Reparación o Restauración**

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer los componentes ambientales afectados a un estado o calidad similar a la que poseían antes del efecto.

3. **Medidas de Compensación**

Las medidas de compensación buscan inducir un efecto alternativo favorable en forma directa o indirecta respecto de un impacto negativo e incluyen la sustitución de los elementos ambientales afectados, por otros de similar calidad y componentes.

4. **Medidas Generales**

Son medidas orientadas a lograr una adecuada gestión ambiental del Proyecto, a partir de instrucciones directas o compromisos suscritos por el Titular.

7.1.2 PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Las Medidas de Prevención de Riesgos Ambientales se refieren a aquellas medidas operacionales generales y criterios de diseño destinados a evitar o minimizar la ocurrencia de situaciones accidentales de riesgo para los componentes ambientales identificados.

7.1.3 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ACCIDENTES

Este Plan tiene por finalidad permitir una intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal del proyecto para lo cual se indican las medidas relevantes, las responsabilidades y los procedimientos a seguir para precaver riesgos sobre el medio ambiente y la salud de las personas asociados a actividades previstas en las etapas de construcción y operación del proyecto.

Adicionalmente, en Anexos del EIA se cuenta con un Plan de Control de Emergencias y Contingencias de las actividades del proyecto

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.2.1 RESUMEN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De acuerdo a la estructura del presente Estudio de Impacto Ambiental, el plan de medidas considera los impactos ambientales de carácter negativo identificados y descritos en el capítulo anterior, que requieren de las respectivas medidas de mitigación o comensación y que se resumen en la tabla siguiente.

Tabla Nº 7-1 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Construcción

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas
FÍSICO	Calidad de Aire	C-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Aplicación de material estabilizante en áreas de circulación recurrente (instalación de faenas, plataformas, accesos a plataformas) • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales
		C-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.		
	Ruido	C-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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
	Geología y Geomorfología	C-GEO-1	Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	AID: -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo
	Suelos	C-SUE-1	Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	
	Hidrología y Calidad de Agua	C-HID-1	Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre quebrada SN Cruce C sobre estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas
		C-HID-2	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad
BIÓTICO	Vegetación y Flora	C-VEG-1	Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	AID: -campamento e Inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo
		C-VEG-2	Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	AID: campamento e instalación de faenas Plataforma A	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio
		C-VEG-3	Afectación de pajonal hídrico salino en sector de cruces de estero Puchuldiza	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce C sobre estero Puchuldiza	
	Fauna	C-FAU-1	Alteración de hábitat por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	AID: -campamento e Inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos
	Limnología	C-ACU-1	Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce
HUMANO	Identidad Cultural y Formas de Organización	C-HUM-3	Posible afectación de especies de flora medicinal tradicional.	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Verificación previa de áreas de intervención • Rescate de especies con valor medicinal

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas
CULTURAL Y PATRIMONIAL	Patrimonio Arqueológico y Cultural	C-PYE-1	Eventual alteración de patrimonio arqueológico superficial o subsuperficial	AID: -campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Verificación arqueológica de áreas en labores de remoción previa de suelos
	Paisaje y Estética	C-PYE-2	Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	Plataformas A y B (más eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo
		C-PYE-3	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programación de actividades de acuerdo a temporadas y horarios de visitación. • Inducción al personal sobre tránsito preferente de visitantes (ceda el paso, detención) • Disponibilidad de Información al visitante

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 7-2 Resumen del Plan de Manejo Ambiental Etapa de Operación y Cierre

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas
FÍSICO	Calidad de Aire	OC-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales
		OC-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.		
	Ruido	OC-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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
	Hidrología y Calidad de Agua	OC-HID-1	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad
BIÓTICO	Fauna	OC-FAU-1	Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	AID: -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas
CULTURAL Y PATRIMONIAL	Paisaje y Estética	OC-PYE-1	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN, REPARACIÓN Y COMPENSACIÓN

Se describen las medidas a adoptar en etapas de construcción, operación y cierre respecto de los efectos ambientales determinados en el capítulo 5.

7.2.2.1 Calidad de Aire

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

MIT-CAI-1: Utilización de vehículos y maquinaria certificadas 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 mantenciones 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 recomedará 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 aréas 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 raschel. 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.

7.2.2.2 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 géiser 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 Rw= 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 operaicón 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.

7.2.2.3 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 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.

  Posterioremente 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.

7.2.2.4 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.

7.2.2.5 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.

  Posterioremente 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.

7.2.2.6 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 cierro 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.

7.2.2.7 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.

7.2.2.8 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 transplante a sectores similares. Se busca así cautelar aquellas especies con valor medicinal de mayor significancia.

7.2.2.9 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.

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.

7.2.2.10 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 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.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN:

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 las15.00 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.

  Posterioremente 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.

7.2.3 MEDIDAS AMBIENTALES GENERALES

A fin de cautelar la gestión ambiental del proyecto, se contemplan un conjunto de medidas ambientales de carácter general que, específicamente tienden a optimizar procesos indirectos y robustecer los impactos positivos descritos del proyecto.

- **MG-1: Integración de Obligaciones Ambientales a contratos del proyecto**

  La ejecución de las obras y actividades del proyecto compromete el apoyo de un conjunto de contratistas y subcontratistas, a todos los cuales se les incorporará en sus respectivos contratos las claúsulas derivadas de los cumplimientos y obligaciones del presente EIA.

- **MG-2: Material integral y áridos**

  El material integral y áridos requeridos para el perfilamiento de caminos y nuevos accesos debe ser obtenido por los subcontratistas a cargo desde fuentes autorizadas en la comuna de Colchane o la I Región. No será aceptado por el Titular la apertura de empréstitos en el área de estudio con motivo de las obras del proyecto.

- **MG-3: Verificación Impactos Positivos**

  Respecto de los impactos positivos determinados, el Titular establecerá informar a las autoridaes correspondientes sobre el cumplimiento de los mismos, principalmente la ocupación de mano de obra y abastecimiento de bienes y servicios locales será informado a la Municipalidad de Colchane a través de la SECPLA o su Oficina Municipal de Intermediación Laboral (OMIL).

- **MG-4: Información de Proyecto y Obligaciones**

  En forma complementaria al Plan de Comunicaciones principal que dispondrá el Titular y en acuerdo con las autoridades correspondientes, se dispondrá de la menos 2 carteles informativos en el área del proyecto, en lugares a definir; los que tendrán por objeto informar las obras en ejecución, el plazo, el Titular y las obligaciones principales de los vehículos y maquinarias de obra en relación con los visitantes.

- **MG-5: Observación de Tradiciones y Prácticas Comunitarias**

  Habida cuenta de la estrecha relación del territorio en que se emplaza el proyecto con la cultura, tradición y religión Aymara, se tendrá especial observancia de ceremonias, ritos y fechas significativas para la comunidad. Se establece especial consideración respecto del valle de Puchuldiza y las montañas circundantes y se coordinará la obtención, junto con otros acuerdos con la Comunidad, de la buena aceptación de los trabajos del proyecto.

7.3 PLAN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES

Este subcapítulo contiene las medidas a adoptar para prevenir y eliminar el riesgo de ocurrencia de un impacto.

Según se señaló previamente, el riesgo puede definirse como una característica del proyecto que tiene un cierto potencial de causar daño. El riesgo siempre existe, mientras se encuentre presente la fuente de peligro, sin embargo disminuye a medida que se aumentan las medidas de su prevención.

La implementación de las medidas de prevención de riesgos siempre son responsabilidad del Titular y debe incluir claramente la definición de roles y responsabilidades de otros participantes, fundamentalmente los subcontratistas.

El Plan de Prevención de Riesgos deberá observar posibles riesgos naturales, tecnológicos y laborales.

Con respecto a los riesgos laborales, se considerarán aquellos contemplados en el Código Sanitario y en el D.S. 745 sobre Seguridad y Ambiente Laboral.

Dentro de los aspectos relevantes, desde el punto de vista de seguridad ambiental, están:

- Lugares de trabajo seguros y que cumplan con los requerimientos establecidos en el Decreto Nº745/92 del MINSAL sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

- Sistemas y métodos de trabajo que no involucren riesgos para la salud, el medio ambiente o la seguridad, tales como: programas de control y protección contra incendios, transporte de combustibles y que se encuentren especificados sus modos de operar en normas o instructivos de las asociaciones de seguridad y Superintendencia de Electricidad y Combustible.

- Personal adecuadamente entrenado para reconocer, evaluar y controlar riesgos en los lugares de trabajo, cuya ocurrencia cause un deterioro al medio ambiente.

7.3.1 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:

Tabla Nº 7-3 Riesgos Determinados del Proyecto

COMPONENTE	ETAPA	TIPO DE RIESGO
Clima	Construcción	• 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	• 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	• 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	• Alteración de la calidad del agua • Daño al medio biótico acuático por sustancias contaminantes
	Operación	
Medio Humano	Construcción	• 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	• Aumento de percepción de riesgo de operación del proyecto, de etapas posteriores de desarrollo de la fuente geotérmica y afectación del recurso turístico de los géiser de Puchuldiza

Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DEL PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

7.3.2.1 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 deberan 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.

7.3.2.2 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.

7.3.2.3 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 absorventes 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.).

1. **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 CR-GRAL-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 actividada que implique generación de fuego, chispas y cenizas, incluyendo, fumar, soldaduras, corte de metales, portar cocinillas, hacer fogatas y cualquier otro elementos que pueda producier 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.

7.3.2.4 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.

7.3.2.5 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 géiser 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.

- **Aumento de percepción de riesgo de operación del proyecto, de etapas posteriores de desarrollo de la fuente geotérmica y afectación del recurso turístico de los géiser de Puchuldiza**

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 (H_2S y CO_2).

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(H_2S y CO_2), 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.

7.4 PLAN GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE ACCIDENTES Y CONTINGENCIAS

Se establecerá un Plan General de Prevención de Riesgos y control de Accidentes y Contingencias (en adelante PGP) que se basará en los siguientes criterios y elementos.

7.4.1 ALCANCE DEL PGP

El PGP cubre el espacio de proyecto relacionado con las actividades de exploración geotérmica en sus distintas fases, incluyendo:

- Caminos y huellas públicas existentes a ser reperfilados
- Accesos nuevos a ser construidos
- Cruces
- Área de instalación de faenas y campamento
- Plataformas de construcción de pozos profundos de exploración geotérmica
- Puntos de construcción de pozos de perfil o gradientes térmicos

7.4.2 PRINCIPIOS DEL PGP

El Proyecto está diseñado y será construido, operado y cerrado de acuerdo a las mejores prácticas de ingeniería en prospección de recursos geotérmicos.

Específicamente, se establece un Principio Preventivo de Seguridad para cada una de las fases y actividades contempladas del proyecto, orientadas a obtener una calificación de cero accidentes y contingencias a lo largo de su desarrollo.

El PGP considerará los siguientes estándares mínimos de seguridad:

- Proteger en primer lugar a las personas y en segundo lugar el medio ambiente; es decir, deberá tener la capacidad de mantener a la comunidad segura de riesgos presentes y potenciales.

- Proteger cada uno de los elementos ambientales identificados en el desarrollo de este estudio.

- Disposición de personal, equipos, herramientas y materiales necesarios en el sitio afectado por una emergencia.

- Mantener una estrecha comunicación y coordinación con las autoridades competentes de bomberos, carabineros y de otros servicios públicos, de manera de obtener recursos y un conocimiento actualizado de las responsabilidades de cada organización, en caso de que tuviese que responder ante una emergencia y coordinar asistencia mutua en la respuesta ante dicha emergencia.

- Determinar rutas alternativas apropiadas en caso de corte de cruces.

7.4.3 REGLAMENTO DE OBRA Y ACTIVIDADES

El Titular confeccionará y aplicará un Reglamento de Obra y Actividades del Proyecto que tendrá en cuenta al menos los siguientes aspectos:

- Horarios según actividad (Horario normal, extraordinario, extendido, contínuo)
- Dotación mínima de personal (Dotación normal, Dotación en turnos)
- Transporte para el personal de trabajo (transporte local, transporte regional)
- Transporte de equipos, estructuras, maquinarias y componentes (transporte local, transporte regional)
- Estipulación de los derechos y obligaciones de los visitantes
- Estipulación de las obligaciones y derechos del Titular y personal de obras
- Medidas de Seguridad y Vigilancia
- Medidas de prevención de riesgos y contingencias del proyecto
- Medidas de mitigación y restauración de impactos ambientales
- Medidas de prevención de riesgos ambientales
- Medidas de mantención de las distintas instalaciones y áreas del proyecto
- Medidas de aseo de las distintas instalaciones y áreas del proyecto
- Medidas orientadas a detectar y solucionar los problemas de accidentes, de cualquier otra naturaleza que se produzcan en las diferentes áreas, caminos y accesos del proyecto (autocontrol)

1

2

3

4

5

6

7

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

8 CAPÍTULO 8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1

8.1 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1

8.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 8-1

8.3 DESCRIPCIÓN MEDIDAS DE SEGUIMIENTO 8-8
8.3.1 Seguimiento Medidas de Calidad del Aire 8-8
8.3.2 Seguimiento Medidas de Emisión de Ruidos 8-10
8.3.3 Seguimiento Medidas sobre Hidrología, Calidad de Aguas y Limnología 8-11
8.3.4 Seguimiento Medidas sobre Suelos, Geomorfología, Fauna y Flora 8-14
8.3.5 Seguimiento Medidas sobre Paisaje y Turismo 8-15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 8-1 Plan de Seguimiento Etapa de Construcción 8-2
Tabla Nº 8-2 Plan de Seguimiento Etapa de Operación y Cierre 8-6
Tabla Nº 8-3 Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua y Limnología 8-11
Tabla Nº 8-4 Estaciones de muestreo de calidad de agua y biota acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre 2009 8-12

8 CAPÍTULO 8 PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

8.1 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

De acuerdo al Título VI, Párrafo 2º del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto tiene por finalidad asegurar que las medidas de mitigación, compensación y reparación de las variables ambientales sean las adecuadas y suficientes. Asimismo, busca demostrar que el estado de los elementos del medio ambiente evolucionará según lo establecido en la evaluación respectiva, y acreditar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.

Si como consecuencia de la aplicación del Plan de Seguimiento, se detecta que las medidas específicas establecidas en el Plan no cumplen con sus finalidades o que el estado de los elementos del medio ambiente no evolucionó de acuerdo a lo previsto en la evaluación respectiva, se rediseña el Plan de Medidas de Mitigación y Prevención de Riesgos.

Adicionalmente, este Plan tiene los siguientes objetivos:

- Permite comprobar la cuantía de los impactos cuya predicción se realiza cualitativamente y si es requerido ajustar las medidas respectivas.

- Permite detectar alteraciones no previstas en el Estudio de Impacto Ambiental y adoptar medidas correctoras, según el caso.

- Permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas en el Estudio de Impacto Ambiental fueron correctas. Es una fuente importante de datos, para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.

Para la ejecución efectiva del Plan de Seguimiento Ambiental, se comparará la información de la línea de base, las medidas de mitigación, las de prevención de riesgos y las proyecciones de impacto futuras, con lo que esté ocurriendo en el momento de la aplicación del Plan.

8.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Seguimiento está orientado al seguimiento del cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención indicadas en las especificaciones del proyecto, poniendo énfasis en el monitoreo de las medidas respecto de calidad de aire, ruido y Medio Biótico.

Tabla Nº 8-1 Plan de Seguimiento Etapa de Construcción

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
FÍSICO	Calidad de Aire	C-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Aplicación de material estabilizante en áreas de circulación recurrente (instalación de faenas, plataformas, accesos a plataformas) • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales	• Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico. • Supervisión de Condiciones de Mantención de vehículos y maquinarias. • Supervisión de Procedimientos. • Mediciones de presencia y concentración de H_2S y CO_2.
		C-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.			
	Ruido	C-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Mediciones Mensuales de Ruido en: • Caminos de acceso. • Plataformas de perforación de pozos • Pozos de Gradientes

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
	Geología y Geomorfología	C-GEO-1	Alteración superficial de unidades sedimentarias y cubiertas de flujos volcánicos	AID: -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos. • Registro fotográfico.
	Suelos	C-SUE-1	Remoción de cubierta vegetal de suelos de clase VII (regosoles) y clase VIII (leptosoles)	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas		
	Hidrología y Calidad de Agua	C-HID-1	Deterioro temporal de la calidad del agua por remoción de fondo y bordes de cauce	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce B sobre quebrada SN Cruce C sobre estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.
		C-HID-2	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad	
BIÓTICO	Vegetación y Flora	C-VEG-1	Pérdida de vegetación nativa en áreas de pajonal por remoción y construcciones de áreas de trabajos	AID: -campamento e Inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos. • Registro fotográfico.

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
					• Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo	
		C-VEG-2	Eventual pérdida de llaretas en áreas de pajonal Tolar	AID: campamento e instalación de faenas Plataforma A	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio	
		C-VEG-3	Afectación de pajonal hídrico salino en sector de cruces de estero Puchuldiza	AID: Cruce A sobre estero Puchuldiza Cruce C sobre estero Puchuldiza		
	Fauna	C-FAU-1	Alteración de hábitat por remoción y construcciones de áreas de trabajos y afectación eventual de comportamientos por trabajos nocturnos	AID: -campamento e Inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos.
	Limnología	C-ACU-1	Alteración de hábitat acuático por construcción de obras de cruce de estero Puchuldiza	AID: - Cruce A sobre estero Puchuldiza - Cruce C sobre estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño y aplicación óptima de desvíos de cauces para habilitación de obras de cruce	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
	Paisaje y Estética	C-PYE-2	Alteración del paisaje existente por excavaciones, rellenos y estructuras de Plataformas para pozos de exploración geotérmica	Plataformas A y B (más eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Diseño óptimo de utilización de espacio • Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas MEDIDA DE RESTAURACIÓN: • Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo • Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo	• Verificación visual de intervenciones y procedimientos. • Registro fotográfico.
		C-PYE-3	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Programación de actividades de acuerdo a temporadas y horarios de visitación. • Inducción al personal sobre tránsito preferente de visitantes (ceda el paso, detención) • Disponibilidad de Información al visitante	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 8-2 Plan de Seguimiento Etapa de Operación y Cierre

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
FÍSICO	Calidad de Aire	OC-CAI-1	Deterioro temporal de la calidad del aire por emisiones de material particulado	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas AII: -Ruta CH15 Camino a Mauque A-487 Camino a Puchuldiza A-485	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Utilización de vehículos y maquinaria certificadas y de fabricación reciente • Verificación y registro de mantenciones adecuadas de vehículos, maquinarias, motores y generadores • Velocidad controlada de circulación de vehículos de obra. • Cubrimiento de materiales durante actividades de transporte y cubrimiento de acopios eventuales	• Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico. • Supervisión de Condiciones de Mantención de vehículos y maquinarias. • Supervisión de Procedimientos. • Mediciones de presencia y concentración de H_2S y CO_2.
		OC-CAI-2	Deterioro temporal de calidad de aire por emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles.			
	Ruido	OC-RUI-1	Deterioro de niveles acústicos naturales por aumento de nivel de presión sonora asociado a actividades de circulación de vehículos, maquinarias y construcción de pozos	AID: -caminos de acceso a campamento e inst. de faenas -acceso a plataformas y pozos de gradientes -Plataformas	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Mediciones Mensuales de Ruido en: • Caminos de acceso. • Plataformas de perforación de pozos. • Pozos de Gradientes.

Medio	Componente	Código del Impacto	Impacto Ambiental Potencial	Localización	Plan de Medidas	Plan de Seguimiento
	Hidrología y Calidad de Agua	OC-HID-1	Disminución de caudales normales por extracción de agua para perforaciones	AID: Estero Puchuldiza	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: Programa de extracción hídrica controlado y sujeto a disponibilidad	• Plan Integrado de control de caudales y calidad del agua superficial y subterránea.
BIÓTICO	Fauna	OC-FAU-1	Afectación eventual de comportamientos de fauna terrestre por trabajos nocturnos y pruebas de pozos	AID: -Plataformas A y B (más 4 eventuales)	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • Delimitación y exclusión de áreas de trabajo respecto del entorno en plataformas, campamento e instalación de faenas. • Inducción al personal y señalética preventiva sobre fauna nativa y doméstica presente • Prohibición de introducción de especies domésticas • Manejo preventivo de residuos domésticos	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos.
CULTURAL Y PATRIMONIAL	Paisaje y Estética	OC-PYE-1	Potencial afectación de la calidad de la visitación turística por presencia y circulación de vehículos y maquinarias del proyecto	AID: - Caminos existentes AII: - Mauque	MEDIDAS DE MITIGACIÓN: • 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	• Verificación de aplicación de instructivos y procedimientos.

Fuente: Elaboración propia.

8.3 DESCRIPCIÓN MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

8.3.1 SEGUIMIENTO MEDIDAS DE CALIDAD DEL AIRE

8.3.1.1 • Inspecciones visuales terrestres y registro fotográfico

a. Medidas o Parámetros a controlar:

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

b. Puntos de Control:

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

c. Duración y frecuencia:

Se realizará con una periodicidad quincenal.

d. 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

8.3.1.2 Supervisión de Condiciones de Mantención de vehículos y maquinarias

a. Medidas o Parámetros a controlar:

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

b. Puntos de Control:

- Instalación de faenas
- Plataforma de pozos geotérmicos

c. Duración y frecuencia:

Periodicidad quincenal.

d. Producto:

Informe y ficha de control con indicación de:

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

8.3.1.3 Supervisión de Procedimientos

a. 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.

b. Puntos de Control:

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

c. Duración y frecuencia:

Periodicidad mínima quincenal.

d. 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

8.3.1.4 Mediciones de presencia y concentración de H2S y CO2

a. Medidas o Parámetros a controlar:

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

b. Puntos de Control:

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

Los parámetros a registrar son MP10, SO2 y H2S.

c. Duración y frecuencia:

Se mantendrá este monitoreo durante toda la fase de construcción

d. Producto:

Informe mensual de Calidad del Aire:

- SO2: Concentración en promedio mensual (μg/Nm3)
- MP-10: Concentración 24 horas (μg/Nm3)
- 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 Mantención y Calibración de las estaciones de monitoreo.

8.3.2 SEGUIMIENTO MEDIDAS DE EMISIÓN DE RUIDOS

a. 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

b. Puntos de Control:

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

c. 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

d. Producto:

Informe mensual según D.S. Nº 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

8.3.3 SEGUIMIENTO MEDIDAS SOBRE HIDROLOGÍA, CALIDAD DE AGUAS Y LIMNOLOGÍA

a. 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:

Tabla Nº 8-3 Parámetros de Monitoreo de Calidad de Agua y Limnología

ESTUDIO		PARAMETROS		LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y/O DETECCIÓN
CALIDAD DE AGUA	COLUMNA DE AGUA	FISICOS Y QUIMICOS	Temperatura (ºC)	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
		INORGANICOS	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

ESTUDIO		PARAMETROS		LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y/O DETECCIÓN
			Níquel (mg/l)	0,01
			Selenio (mg/l)	0,004
			Zinc (mg/l)	0,01
			Aluminio (mg/l)	0,01
			Arsénico (mg/l)	0,006
			Bario (mg/l)	0,01
			Berilio (mg/l)	0,01
		METALES NO ESENCIALES	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
		MICROBIOLÓGICOS	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2,0
	SEDIMENTO		Cadmio (mg/kg)*	0,002
			Cobre (mg/kg)*	0,01
		METALES	Hierro (mg/kg)*	0,03
			Plomo (mg/kg)*	0,002
			Zinc (mg/kg)*	0,01
BIOTA ACUÁTICA			Fitobentos (cel/mm^2)	-
			Fitoplancton (cel/l)	-
		ENSAMBLES BIOLOGICOS	Macrozoobentos (ind/m^2)	-
			Zooplancton (ind/l)	-
			Fauna íctica (CPUE)	-
			Flora acuática	-

b. Puntos de Control:

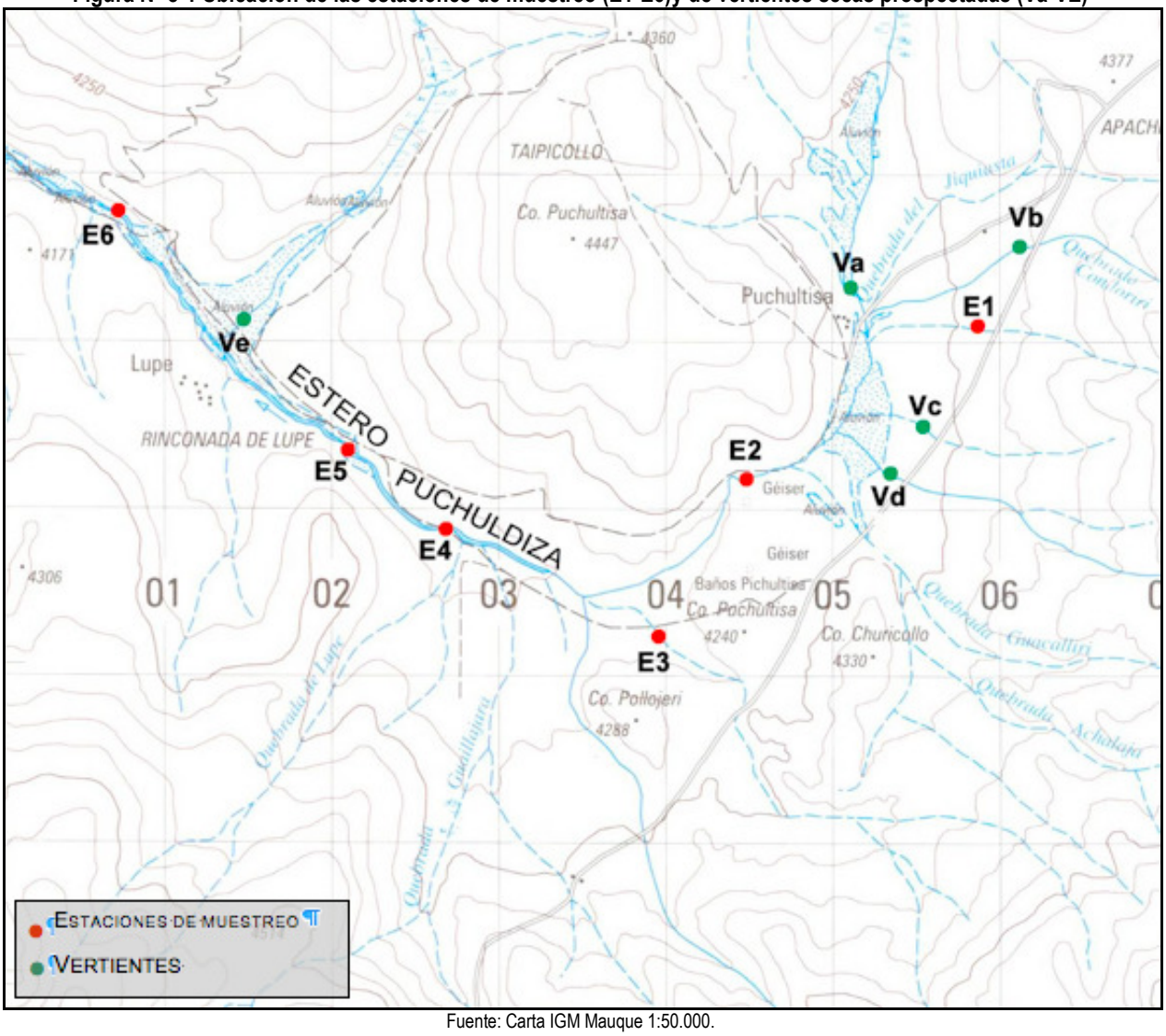
El plan de monitoreo incluirá el estero Puchuldiza y sus vertientes afluentes indicadas en la Figura Nº 8-1 y en la Tabla Nº 8-4, que fueron prospectadas para el estudio de la Línea de Base.

Tabla Nº 8-4 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 Géiseres	505.905 E 7.855.048 N	4.280
E2	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres	504.382 E 7.854.113 N	4.210
E3	Vertiente afluente al estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres	503.872 E 7.853.336 N	4.174
E4	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	503.026 E 7.853.733 N	4.133
E5	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres (Rinconada de Lupe)	502.263 E 7.854.265 N	4.120
E6	Estero Puchuldiza	Estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres	500.804 E 7.855.691 N	4.104

Elaboración propia. * Datum WGS 84, Huso 19.

Figura Nº 8-1 Ubicación de las estaciones de muestreo (E1-E6)y de vertientes secas prospectadas (Va-VE)



Fuente: Carta IGM Mauque 1:50.000.

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

- Oxigeno disuelto
- Profundidad del acuífero (en pozos de perfil)

c. Duración y frecuencia:

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

d. Producto:

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

8.3.4 SEGUIMIENTO MEDIDAS SOBRE SUELOS, GEOMORFOLOGÍA, FAUNA Y FLORA

Verificación visual de intervenciones y procedimientos.

a. Medidas o Parámetros a controlar:

- **Medidas de mitigación:**
  Diseño óptimo de utilización de espacio
  Reutilización de excedentes en rellenos de plataformas
- **Medida de restauración:**
  Rescate y acopio adecuado de horizontes superficiales de suelo
  Restauración de cubierta y aplicación de programa de micronivelación y enriquecimiento orgánico del suelo

b. Puntos de Control:

- Plataformas de perforación geotérmicas
- Campamento e Instalación de faenas

c. 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.

d. Producto:

Informe y registro fotográfico de medidas.

8.3.5 SEGUIMIENTO MEDIDAS SOBRE PAISAJE Y TURISMO

a. 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

b. Puntos de Control:

Camino de ingreso a campo de géiser 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.

c. Duración y frecuencia:

Frecuencia quincenal y eventual

d. 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

1
2
3
4
5
6
7
8

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

9 CAPÍTULO 9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESCRIPCIÓN DE ACCIONES PREVIAS 9-1

9.1 PRESENTACIÓN 9-1

9.2 ACCIONES PREVIAS 9-1
9.2.1 Metodología 9-1
9.2.2 Desarrollo de los Talleres 9-3
9.2.3 Talleres en la comunidad 9-5

9.3 Conclusiones Generales Proceso de Participación Ciudadana Temprana 9-19

9.4 ACTIVIDADES PROPUESTAS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA 9-20

INDICE DE TABLAS

Tabla Nº 9-1 Actividades previas realizadas en la comunidad 9-2
Tabla Nº 9-2 Calendarización Talleres Participación Ciudadana Temprana 9-4

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto Nº 9-1 Taller Comunidad Mauque Puchuldiza 9-6
Foto Nº 9-2 Exposición experto en geotermia 9-8
Foto Nº 9-3 Vecinos compartiendo en el cóctel 9-10
Foto Nº 9-4 Asistentes durante la exposición del experto 9-11
Foto Nº 9-5 Asistentes durante la conversación con la empresa 9-13
Foto Nº 9-6 Exposición representante de GGE 9-15
Foto Nº 9-7 Almuerzo con la comunidad 9-17
Foto Nº 9-8 Exposición del experto en geotermia 9-18
Foto Nº 9-9 Visita a terreno zona concesión 9-21

9 CAPÍTULO 9 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DESCRIPCIÓN DE ACCIONES PREVIAS

9.1 PRESENTACIÓN

El país se encuentra en un proceso de diseño, debate e implementación de los requerimientos que conlleva la reciente ratificación en Chile del denominado Convenio 169 de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), ocurrida en el año 2008 y que entró en vigencia - en septiembre del año 2009. Dado que lleva poco tiempo en vigencia, el Estado no ha coordinado aún su accionar con en el conjunto de servicios públicos que lo forman y que tienen relevancia tanto en el Sistema de Concesiones, como en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Convenio 169 es un tratado internacional de derechos humanos y por ende el acomodo de la reglamentación nacional al mismo debe ser un proceso paulatino. El otorgamiento de Concesiones geotérmicas, en la zona del proyecto, no ha incorporado un proceso de consulta previa a las comunidades indígenas vecinas al área de influencia.

La empresa GGE Chile, ha efectuado en el contexto anterior, avances en un amplio proceso de acercamiento con las comunidades vecinas al proyecto de Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur, sin existir obligación ni requerimiento sobre ello. De esta manera se diseñó un plan de ¨participación ciudadana temprana¨ -esto es, anterior a la presentación del Estudio de Impacto Ambiental-, que es lo que detallamos en este capítulo.

Los objetivos de este proceso estuvieron puestos en acercarse a los siguientes principios del Convenio169:

-Consulta a la comunidad sobre cómo consultar de manera pertinente.
-Consulta previa a las acciones sobre el territorio, e informada a las comunidades.
-Consulta efectuada de “buena fe” y de manera culturalmente adecuada.

9.2 ACCIONES PREVIAS

9.2.1 METODOLOGÍA

Como parte del Proceso de ¨Participación Ciudadana Temprana¨ se realizó un trabajo de terreno previo, el cual se detalla en la Línea Base de Medio Humano (Capítulo 4 del presente EIA).

En las visitas a terreno, se identificó la necesidad de la comunidad de contar con mayor información acerca de la geotermia y del proyecto en particular. Se logró identificar que las personas contactadas confundían la geotermia con la minería, generando graves prejuicios. Al momento de consultar por la posibilidad de realizar algún taller o reunión, la recepción de la comunidad fue positiva.

A continuación se detallan las actividades previas realizadas en la comunidad:

Tabla Nº 9-1 Actividades previas realizadas en la comunidad

FECHA	METODOLOGÍA	OBJETIVOS	LOGROS
Semana 1, 3 y 4 febrero 2010	Entrevistas semiestructuradas	Identificar discurso y posiciones de actores clave desde la perspectiva institucional formal y tradicional dentro de diversos niveles. Se visita el área de influencia y la capital regional, Iquique	Conocimiento de mapa de actores relevantes a nivel regional, comunal y local Matriz de Actores y Posiciones frente a Proyecto Identificación de aspectos socioculturales
Semana 3 y 4 febrero 2010	Etnografía	Carnaval de Isluga Feria de Cariquima Encuentro Evangélico Pentecostal en Enquelga Tambo Andino en Iquique	Identificación de actores clave dentro de las comunidades Identificación de patrones de religiosidad, Organización social y del poder político dentro de las comunidades. Identificación de elementos de difusión cultural desde la perspectiva de los organizadores y participantes de las Fiestas y Ferias Costumbristas.
Semana 3, Marzo 2010	Invitaciones a Talleres	Invitar personalmente a cuatro grupos objetivos; respetando sugerencias de la comunidad en proceso de consulta previamente establecido	Cuatro grupo objetivos identificados previamente, convocados a Talleres

Fuente: Elaboración propia.

El listado detallado de entrevistados durante estos terrenos se encuentra en capítulo 4 (Línea Base) de este EIA.

Posteriormente a estas acciones se ejecutaron cuatro talleres de participación ciudadana temprana, enfocados en los conceptos generales de la geotermia, la presentación de GGE y las fases de su proyecto.

Los principios inspiradores del C. 169 en este sentido, se materializaron al menos en los siguientes aspectos, desarrollados durante todo el proceso de participación ciudadana temprana:

- Consulta sobre cómo consultar, tanto en la forma del taller como en el fondo.

- En cuanto a forma: indagar sobre la metodología más adecuada, actores a considerar, respeto por jerarquías en la convocatoria, respeto y formas de convocar a autoridades tradicionales, respeto por poderes locales informales, consulta sobre la necesidad de contar o no con traducción intercultural de la lengua aymara, diseño de Talleres de acuerdo a las expectativas de los asistentes, horario adecuado con jornadas laborales; necesidad de efectuar personalmente la invitación, lugar donde realizar los talleres definido por la comunidad; cronograma de talleres inicialmente con preminencia política (finalmente por lugar), experto académico externo a la empresa, apoyo logístico de la empresa para financiar pasajes y movilización, tipo de agasajo (comida) que debía contemplar el Taller.

- En relación con el fondo, se definió en base a las actividades ya mencionadas, un conjunto de contenidos mínimos a tratar para cada taller (Anexo 9-A) y se diseñaron los talleres respetando el interés de cada grupo objetivo.

- La metodología utilizada para la convocatoria a los talleres, fue a través del contacto directo con los vecinos identificados, haciéndoles entrega de un parte (Anexo 9-B) con diez días aproximadamente de antelación a los talleres. Ello significó viajar exclusivamente a la zona durante una semana para efectuar las invitaciones.

A su vez se enviaron invitaciones vía correo electrónico a las siguientes instituciones gubernamentales de la Región de Tarapacá:

- Dirección General de Aguas (DGA)
- Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA)
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)
- Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF)
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)

Asimismo, se anunció el evento a través de posters que estuvieron a la vista de la comunidad en las siguientes instituciones:

- Ilustre Municipalidad de Colchane
- Posta Rural de Colchane
- Centro Cultural de Cariquima
- Posta Rural de Enquelga
- Diario Mural Junta de Vecino de Pisiga Choque

Se tuvo especial dedicación en convocar a través de autoridades formales e informales –tradicionales- a los actores del área directa del proyecto, esto es Comunidad Indígena Mauque-Puchuldiza. Para ello se gestionó la convocatoria a través del dirigente de dicha Comunidad y asimismo a través de la Autoridad tradicional residente en Alto Hospicio.

De acuerdo a los trabajos previos en terreno, se definieron los siguientes grupos objetivos, esta definición se hizo con un criterio que combinó la situación geográfica (el vivir en Iquique, Alto Hospicio o Colchane) con los intereses que previamente el equipo identificó como propios de cada grupo:

1. Autoridades formales: Alcalde, Concejo Municipal, Juntas de Vecinos; Presidentes de Comunidades indígenas.

2. Comunidad Mauque-Puchuldiza: directiva de comunidad indígena del mismo nombre; autoridades tradicionales y comunidad en general de la zona Mauque-Puchuldiza.

3. Otros grupos de interés: líderes de opinión, dirigentes sociales, organizaciones sociales, organizaciones relacionadas con el tema indígena (ADI, Consejo Nacional Aymara (CNA), representantes de otras experiencias), comunidad en general comuna de Colchane.

4. Operadores turísticos, grupos ambientalistas, académicos de la región, representantes servicios públicos.

9.2.2 DESARROLLO DE LOS TALLERES

Se efectuaron cuatro talleres durante los días 27 al 31 de marzo de 2010.

Las sesiones fueron grabadas (grabación de voz) con el consentimiento de los asistentes. Existe asimismo, registro fotográfico de los talleres.

Los Talleres fueron los siguientes:

Tabla Nº 9-2 Calendarización Talleres Participación Ciudadana Temprana

Fecha	Actores	Lugar de Desarrollo
Sábado 27 marzo 2010	Grupo 2. Comunidad Mauque- Puchuldiza; directiva. Autoridades tradicionales territorio. Comunidad originaria de Mauque-Puchuldiza en general	Sede Unión Comunal Comuna de Alto Hospicio
Lunes 29 marzo 2010	Grupo 4. Operadores turísticos, académicos, servicios públicos	Hotel Arturo Prat, Ciudad de Iquique
Martes 30 marzo	Grupo 3 Otros grupos de interés líderes de opinión, dirigentes sociales, organizaciones sociales, organizaciones relacionadas con el tema indígena (ADI, CNA), comunidad en general de comuna de Colchane	Sede Unión Comunal Comuna de Colchane
Miércoles 31 marzo 2010	Grupo 1. Autoridades formales Alcalde, juntas de vecinos; presidentes de comunidades, concejo municipal	Sede Unión Comunal Comuna de Colchane

Fuente: Elaboración propia.

Estos Talleres, al ser previos al EIA, pretenden tener los siguientes efectos:

a. Insumo para GGE sobre posiciones y percepciones de todos los actores importantes, tanto formales como informales.

b. Posicionamiento de GGE ante la comunidad de actores identificados, como un ente dialogante e incluyente.

c. Instancia para establecer una metodología de trabajo y comunicación permanente con los actores, que garantice transparencia y flexibilidad en ambas direcciones.

Los Talleres fueron diseñados considerando los siguientes objetivos:

I. Etapa de Presentaciones

1) Identificar asociaciones iniciales de los participantes respecto la geotermia.

2) Entregar información de la geotermia, la empresa y el proyecto.

3) Resolver dudas de los participantes.

4) Recoger opiniones y percepciones acerca del proyecto y la geotermia.

II. Etapa de Debates y primeros acuerdos

1) Recoger expectativas de los participantes sobre el proyecto.

2) Organizar acuerdos y compromisos inmediatos y otros por posibles de ser negociados.

3) Establecer canales de comunicación con cada grupo objetivo (interlocutores válidos emanados de la reunión).

Los Talleres fueron estructurados de la siguiente manera:

a. Recepción y Bienvenida de los invitados.

b. Registro de participantes mediante ficha: nombre, institución, lugar de residencia/ comunidad (aplicación de quién recibe)

c. Introducción de GGE sobre la empresa. Contenido y Metodología del Taller

d. Presentación experto en geotermia, Universidad de Santiago. Se exhibió además un video ambientalista referido al impacto de la minería en la zona; para desmitificar.

e. Presentación proyecto de exploración y EIA de parte de GGE

f. Exhibición de video de prensa (TVN, geotermia en Nueva Zelandia)

g. Recoger lo que la comunidad ha comprendido

h. Abrir la discusión sobre expectativas y acuerdos. Sentar acuerdos y futuros ámbitos de negociaciones.

i. Identificar interlocutores formales para la comunicación permanente

j. Cierre del Taller

La metodología utilizada contempló uso de presentaciones en power point y otra más dinámica a través de uso de papelógrafos. Al inicio de cada taller, en la recepción de los asistentes se hizo entrega de una carpeta con papel y lápiz corporativo, más un folleto del proyecto y la empresa (Anexo 9-C)

9.2.3 TALLERES EN LA COMUNIDAD

En la comunidad se realizaron cuatro talleres con diferentes públicos objetivos. A continuación describiremos las percepciones recopiladas en cada taller:

9.2.3.1 Taller 1: Comunidad Mauque Puchuldiza

- ✓ **Descripción general**

El primer taller realizado fue con la Comunidad de Mauque Puchuldiza. Para la empresa fue relevante que el primer taller fuera con las personas propietarias del terreno en donde se va a insertar el proyecto de exploración geotérmica.

Las personas de la comunidad, no habitan en Mauque, sino que viven en otros pueblos como Pachica, Camiña, Colchane y en la comuna de Alto Hospicio. El interés por que las personas acudieran al taller, queda reflejado en que para el caso de las personas de Pachica, GGE dispuso de un bus que fue a buscarlos y a dejarlos por la tarde. Para las personas de Camiña y Colchane se les facilitaron los pasajes de ida y vuelta. Asimismo, se ofreció para quienes viajaban durante un largo trecho, una recepción (colación) al comienzo del taller. A la reunión acudieron 39 personas de la comunidad.

Al momento de llegar, se le hace entrega a cada asistente de una carpeta con un block de apuntes, un lápiz y un folleto de la empresa y del proyecto. Las personas comienzan a tomar asiento y leen el folleto de GGE.

Foto Nº 9-1 Taller Comunidad Mauque Puchuldiza



Fuente: Elaboración propia.

Durante la bienvenida de la empresa a los asistentes al taller, el Presidente de la Comunidad Indígena Mauque Puchuldiza agradeció la instancia e invitó a todos los asistentes a participar y opinar al respecto.

En el trascurso de la exposición del experto, se preguntó al público qué entendían por geotermia. Los comentarios recopilados hacen alusión a la falta de información que hay al respecto, al ser un tema nuevo las personas no están familiarizadas con él y por lo mismo no saben lo que es.

Se valora el hecho de que la empresa esté realizando estos talleres, ya que así las personas pueden tomar decisiones informadas. La comunidad plantea que las inquietudes deben analizarse para ser trabajadas en conjunto con la empresa.

A lo largo del taller se observaron ciertas actitudes de las personas que llaman la atención, entre ellas el especial interés que toman los asistentes cuando se menciona y se muestra en la presentación la máquina perforadora. Las personas quedan sorprendidas por su tamaño. También hay que destacar el asombro de los participantes al ver los

beneficios secundarios asociados a la geotermia, como lo son las posibilidades de generación de negocios tales como termas e invernaderos, entre otros. Durante la presentación algunas personas toman apuntes en las carpetas entregadas al comienzo por la empresa.

La reunión tuvo una duración de 2 horas 45 minutos. Una vez finalizada se ofrece un coctel, en donde las personas de la empresa comparten con la comunidad.

- ✓ **Comentarios generales:**

Algunas de las inquietudes que se manifestaron al término de la presentación tienen relación con los siguientes temas:

- La existencia de más plantas geotérmicas en Chile
- Plazos para los estudios de exploración
- Si es que los estudios geofísicos se realizan alrededor de los volcanes o de los cerros
- Cuáles son los pasos a seguir de la empresa de ahora en adelante y desde cuándo se inician sus acciones en terreno

Los asistentes manifiestan la necesidad de estar informados acerca de los trabajos (pasos y actividades) de la empresa. En el caso de que se realicen algunos trabajos, GGE debe informar previamente a la comunidad. En esta línea, la comunidad espera conocer todos los pasos de la empresa en esta fase de estudios, por el temor de que suceda lo mismo respecto a las actividades realizadas por otras empresas en años anteriores. Se solicita que la empresa informe de los resultados de los estudios, así como de las nuevas etapas que comienzan con estos análisis. Se demuestra el interés por mantener una comunicación permanente con la empresa, a su vez, GGE está consciente de la importancia de la comunicación y el diálogo, las relaciones transparentes y de confianza que se deben generar con la comunidad. También se debe informar acerca de los tiempos y la cantidad de personas que van a estar trabajando en las próximas semanas.

Se observa la valoración que le otorga la comunidad a este tipo de iniciativas, en especial por generar una comunicación con la empresa. Se marca la diferencia con otras compañías, siendo esto un precedente positivo para GGE.

Un punto importante de considerar es el malestar y desacuerdo que tiene la comunidad en relación con la autorización de las concesiones sin previa consulta. Se comenta que éstas se “dan sin informar”, quedando la sensación de que no se les toma en cuenta. “El gobierno no toma en cuenta a la comunidad indígena” (Pedro Mamani, Presidente Junta de Vecinos de Pachica).

Foto Nº 9-2 Exposición experto en geotermia



Fuente: Elaboración propia.

Se comenta que los beneficios eventuales derivados de la exploración (al resultar viable la actividad de exploración con la futura y eventual construcción y operación de una central geotérmica) debieran ser canalizados primero viendo el interés de la comunidad originaria de Mauque-Puchuldiza, sin que en ello deba inicialmente intervenir la autoridad comunal ni alguna comunidad indígena de la comuna de Colchane. “Las tierras nos corresponden a nosotros, por qué van a beneficiarse otras comunidades si el territorio es nuestro” (Celso Castro, Presidente Comunidad Indígena Mauque Puchuldiza). De esta forma, se plantea que las negociaciones por el uso del agua y las tierras se harán teniendo en consideración que se trata de intereses colectivos como comunidad indígena; y no exclusivamente considerando los propietarios individuales. Se sugiere que para la negociación se cuente con un abogado que los asesore en estos temas, ya que ellos no tienen los conocimientos y las herramientas que los posicione en una relación igualitaria.

Todos los presentes estuvieron de acuerdo en negociar como comunidad. Sin embargo, al finalizar el taller surgieron algunos miembros de la comunidad que no quisieron expresar públicamente su interés de ser objeto de negociaciones particulares. A los mismos se les explicó que la convocatoria amplia al taller, considerado liderazgos varios, tenía por objeto justamente levantar todas las demandas; y que GGE no negociaría fuera de los acuerdos que el taller recogió como tal.

Durante la presentación de la empresa, se señala que existen más concesiones geotérmicas en el área de Puchuldiza, la comunidad queda sorprendida, ya que no contaban con dicha información. Para resolver cualquier posible confusión, el representante de GGE se compromete a averiguar y dar a conocer dentro de los próximos días, el sitio exacto de concesión que tiene la empresa, a fin de delimitar el área de interés de GGE y los sitios que tienen otras empresas concesionarias que aún no toman contacto con la comunidad. Resultó ser relevante para la comunidad esta delimitación geográfica, ya que les permitirá ¨comparar¨ el trato hacia la comunidad y los efectos sobre el medioambiente, entre GGE y cualquier otra empresa concesionaria. Ello denota un rol de fiscalización ciudadano interesante.

La comunidad propone organizar, en los próximos días, una salida a terreno con GGE, especialmente con los geólogos y la comunidad, con el objetivo de tener información certera acerca de las diferentes zonas de concesión. Así también se conocerán los posibles puntos de perforación y las maneras de trabajar de la empresa, de esta manera las personas tendrán mayor conocimiento, comentando "no nos van a venir con cuentos" (Celso Castro, Presidente Comunidad Indígena Mauque Puchuldiza). También se menciona la posibilidad de capacitarse con mayor profundidad en el tema de la geotermia, esto con el objetivo de que sea la comunidad la que fiscalice los trabajos que realiza la empresa.

GGE también se compromete a que en el caso de que no se encuentre el recurso óptimo para realizar una planta y por lo tanto se terminen los trabajos, invitará a la comunidad a observar cómo quedaron sellados los pozos de perforación, esperando que la comunidad evalúe y apruebe el plan de cierre, cabe señalar que GGE velará por dejar los terrenos en las misma condiciones iniciales.

La comunidad plantea que si la empresa va a tener un campamento para sus trabajos de perforación, que éste esté ubicado en Mauque, y no en otra comunidad cercana, como por ejemplo Chusmiza o Cariquima, como sucedió anteriormente con otra empresa. Los beneficios de la empresa deben ser para la comunidad de Mauque y no para otras, siendo ellos la prioridad. De esta forma se pueden ofrecer servicios de alojamiento, alimentación, aseo y transporte. Si hay más beneficios puede abarcarse al resto de las comunidades, pero siempre dejando de manifiesto que los protagonistas en este proyecto es la comunidad de Mauque Puchuldiza. Se comenta que cuando la empresa tome esta decisión, asuma este compromiso. El representante de GGE señala que la empresa informará de todos los pasos a seguir, entre ellos, la instalación del campamento. GGE se compromete a considerar esta petición, aún cuando por lo general se licita el servicio de campamento con una empresa externa, que cuenta con sus propios sistemas de trabajo. De ser posible, GGE licitará la administración del campamento bajo las condiciones que la comunidad necesita.

Un punto importante a considerar es la preocupación de la comunidad por su ganado. Los choferes de las maquinarias que la empresa ocupe en el momento de la exploración, al transitar por la zona, deben tener cuidado en la ruta y si hay un ganado muerto se debe compensar pagándolo.

- ✓ **Compromisos**

A continuación se detallarán, a modo de resumen, los compromisos asumidos por la empresa y la comunidad:

- Celso Castro, Presidente de la Comunidad Mauque Puchuldiza, queda como representante principal ante GGE.
- GGE debe proveer al representante de la comunidad la presentación power point del taller, a fin de que tenga disponible datos de geotermia y del proyecto.
- GGE considerará la posibilidad de instalar el campamento en Mauque.
- La negociación que se realice debe ser como comunidad, no con propietarios individuales
- GGE debe facilitar la información acerca de las concesiones presentes en la zona de Puchuldiza.
- GGE informará acerca de las fechas de los trabajos y la cantidad de personas que van a estar en la zona en los próximos días.

- Coordinar en conjunto una visita al área de concesión de la empresa, estimada para el mes de abril.
- Aprobación y evaluación de los cierres de los pozos, en el caso de que la empresa no encuentre el recurso necesario para construir una planta.
- Incorporar en la fiscalización de los trabajos de GGE a la comunidad Mauque Puchuldiza.
- En el caso de realizar más de cuatro pozos, GGE debe informar de inmediato a la comunidad.
- Si hubiese algún ganado fallecido accidentalmente, GGE debe restituir su valor en dinero.

Foto Nº 9-3 Vecinos compartiendo en el cóctel



Fuente: Elaboración propia.

9.2.3.2 Taller 2: Tour Operadores y Organismos del Gobierno

✓ **Descripción general:**

El segundo taller realizado fue en Iquique con los tours operadores que tienen viajes a la zona de Colchane, especialmente los geisser de Puchuldiza. También se invitaron a organismos de gobierno, con el objetivo de que conozcan más de cerca el proyecto que tiene la empresa.

Al momento que van llegando las personas se hace entrega de la carpeta de GGE. Al taller acudieron 8 personas, las que pueden segmentarse en 4 tour operadores (Extremo Norte, Avitorus, Turismo Lirima, Octravel) y 2 servicios (DGA y CONADI). La reunión tuvo una duración de 3 horas.

En este taller estuvieron presentes dos geólogos de GGE, los cuales tuvieron una participación activa con los asistentes, principalmente resolviendo sus dudas e inquietudes.

Hay que destacar que al comienzo de la reunión las personas estaban con una percepción negativa del proyecto y con una mirada más bien cerrada al respecto. Sin embargo, en el transcurso del taller las personas transmitieron sus opiniones, quedando la sensación de que al menos hubo una apertura en la mirada del proyecto.

Foto Nº 9-4 Asistentes durante la exposición del experto



Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Comentarios generales:**

Hay que señalar que las personas asocian la geotermia directamente con las contingencias acontecidas en El Tatio y las exploraciones de años anteriores en el sector de Puchuldiza. El experto en geotermia explica las razones por las cuales las personas tienen esta imagen negativa de la geotermia.

Los asistentes mencionan que existe una desconfianza en el objetivo de esta exploración, ya que puede que la empresa esté buscando minerales o agua. Los representantes de GGE señalan que la exploración tiene que ver solamente con la búsqueda de recurso para la generación de energía eléctrica. No tiene que ver con nada fuera de este objetivo.

Se cuestiona el hecho de que el gobierno entregue un área de concesión a un proyecto que no es sustentable y que va en contra de una actividad que es absolutamente sustentable, como lo es el turismo. Se percibe que las personas no logran visualizar una compatibilidad entre ambas actividades.

Existe la incredulidad acerca de la seguridad que pueda entregar una empresa internacional en el cuidado del medioambiente por sobre una compañía nacional. Se plantea que “los que vienen de afuera dejan los mismos daños, incluso más que los nacionales”.

Una de las dudas que surge para los asistentes es la capacidad que tiene prevista la empresa para la planta. Existe la necesidad de saber la dimensión de la línea de transmisión, ya que con eso se puede dilucidar sus posibles impactos, sobre todo para el turismo.

El Subdirector Nacional de CONADI, Juan Pablo Pérez, plantea la consulta de los pueblos indígenas dado el contexto del Convenio 169 de la OIT, se pregunta cómo es que la empresa lo está visualizando y abordando. Así como se sensibiliza de la geotermia, se debe concientizar del convenio que ya es ley en Chile. También se comenta la inquietud de cómo espera GGE relacionarse con la comunidad, teniendo en cuenta que las relaciones previas con otras empresas no han resultado positivas. Se menciona también que los vínculos que se generen no deben ser desiguales, las negociaciones deben ser justas para ambas partes, y los beneficios deben ser sostenibles en el tiempo, para que signifiquen mejoras en la calidad de vida de los pobladores. Se plantea que la empresa debe desmarcarse de la minería en el tema de las negociaciones, debe ser diferente y hacerlo notar.

Los representantes de GGE comentan que la estrategia de la empresa es ser un buen vecino y también socios. Los impactos serán compensados con beneficios para la comunidad. No a modo de dádivas sino más bien con programas integrales. Se reconoce que el territorio es indígena y por ello es que se ha elaborado esta política de participación temprana y de consulta sobre la consulta, con estas comunidades. No sólo con las comunidades sino también con todos los actores involucrados.

Algunos tours se oponen al proyecto porque éste afectará al turismo, al paisaje virgen de la zona. Se señala que este tipo de proyecto se opone al trabajo de los tours, por eso es que se va a luchar para que éste no se realice, ya que va en contra de la pureza del lugar. Se cuestiona el hecho de que si el proyecto se va a hacer igual, por qué se tienen estas reuniones. La empresa comenta que aún no se tienen los permisos de la CONAMA y para GGE es muy importante acercarse a los actores involucrados, recogiendo sus percepciones y apreciaciones para que éstas sean incluidas en el proyecto y en el EIA.

Una inquietud relevante de este grupo es que las perforaciones no se realicen en los puntos turísticos, como los géiseres. Se manifiesta que la exploración no debe ubicarse en una zona donde transiten los tours. A su vez, los representantes de GGE señalan que las perforaciones no se van a realizar en el lugar de los géiseres (considerando los estudios realizados para el levantamiento de la Línea Base, capítulo 4). “Sabemos que la zona del géiser es preciosa, no queremos dañarla”. (Glenn Melosh, geólogo de GGE)

Foto Nº 9-5 Asistentes durante la conversación con la empresa



Fuente: Elaboración propia.

GGE indica que la planta es amigable con el medioambiente y que para ello se puede consultar a los mismos tour acerca de su arquitectura y materiales, incorporando sus necesidades para tener un menor impacto. La apuesta de la empresa es que se puede ser sustentable con el turismo, ya que no son negocios incompatibles. Sin embargo, frente a este planteamiento de la empresa, algunos tours reaccionan negativamente señalando que no hay compatibilidad entre una planta de electricidad y el turismo, ya que el turista viene a la comuna a ver lo puro, lo natural y eso se opone a la intervención de la geotermia. En este sentido, se cuestiona cuánto está dispuesta la empresa a invertir en el turismo, por ejemplo con una planta subterránea o que esté escondida.

Finalmente se menciona, a modo de conclusión, que si el proyecto se va a realizar, no dañe la oferta turística de la zona, pensando no solamente en el empresariado, sino también en los turistas que visitan el altiplano.

El funcionario de la DGA, Pedro Carril, comenta que si bien la energía geotérmica es una de las menos contaminantes de hoy en día, tiene un comprador que es la minería, que ensucia el discurso de la empresa, ya que este rubro tiene un arrastre negativo en la zona, que implica que los conceptos de cuidado al medioambiente entregados por GGE, no tengan un alcance real.

Además se comenta que en la participación formal, a través de la CONAMA, la ciudadanía tiene la posibilidad de hacer sus observaciones y sugerencias al proyecto, de esta manera el representante de la DGA invita a los tours a asistir a estas reuniones y exigir a la empresa lo que ellos consideren relevante y prioritario para el turismo.

Está la inquietud de los límites de la zona de exploración, se piensa que puede que estén dentro del Parque Nacional Isluga, y eso afectaría en mayor medida al turismo. La empresa enviará los planos de la zona de concesión que demuestran que no está ubicada dentro del Parque.

Se cuestiona el hecho de que la empresa expone acerca de los beneficios y aspectos positivos de la energía geotérmica, pero qué pasa con los puntos negativos, esto es percibido como una falta de transparencia.

Representantes de GGE señalan que el objetivo es seguir con el contacto, trabajar en conjunto, manteniendo una relación en el tiempo. Se plantea la posibilidad de salir a una visita a terreno de la zona de concesión con los expertos y ver las posibles áreas de perforación.

Una vez concluido el taller, Glenn Melosh, señala a algunos participantes que incluso es posible estudiar la estimulación con tecnología de punta –de la cual dispone la empresa- de los hoy artificiales geisers. Ello, en consideración a la valoración que tienen los tours de éstos.

✓ **Compromisos**

- GGE enviará el plano con los límites de la concesión, a fin de determinar que no hay áreas dentro del Parque Nacional Isluga.
- Coordinar en conjunto una visita a la zona de concesión con los geólogos de la empresa
- Incluir a los tour operadores en el diseño de la arquitectura de la posible planta.
- Glenn Melosh señala al cierre del taller, a algunos de los participantes, que incluso es posible estudiar la estimulación con tecnología de punta –de la cual dispone la empresa- de los hoy artificiales geisers. Ello, en consideración a la valoración que de los mismos hace este segmento de operadores turísticos.

9.2.3.3 Taller 3: Dirigentes Sociales y Comunidad General de Colchane

✓ **Descripción general del taller:**

El tercer taller realizado en la comunidad tuvo la asistencia de ciertos dirigentes sociales identificados en visitas previas a la comuna. En éste participaron, entre otros invitados, presidentes de comunidades indígenas, representantes de organizaciones indígenas como el Consejo Nacional Aymara y el ADI, presidentes de Juntas de Vecinos, además de personas de la comuna. Al taller asistieron en total 27 personas de diversas localidades de la comuna de Colchane.

Los asistentes sugieren realizar un acta del taller (ver anexo 8.4) con los temas conversados y los compromisos asumidos. La empresa al final del taller redacta el acta, la cual es leída al público. Se eligen a los representantes de la comunidad que firmarán el documento. Los firmantes obedecen a nominaciones desde los propios asistentes o bien se autoadjudican representación, como en el caso del funcionario de Servicio País, quien recién se está incorporando a sus funciones en la Municipalidad.

Los representantes son:

- Gregorio Choque, Presidente de la Comunidad Indígena de Pisiga Choque
- Santiago Choque, Presidente de la Unión Comunal de Colchane
- Soledad Carvajal, Presidenta Asociación Hijos de Umagama Chusmiza

- Eugenio Challapa, Presidente Comunidad Indígena Ancovinto
- Jorge Muñoz, Funcionario Servicio País, Municipalidad de Colchane
- Toribio Mamani, Presidente Junta de Vecinos Mauque

Durante la exposición del representante de la empresa, las personas se asombran al saber que hay más concesiones en el área de Puchuldiza, quedando de manifiesto la falta de información que tienen las personas acerca de las licitaciones.

En algunos momentos las personas toman fotografías de la presentación de la empresa, por ejemplo de las imágenes de las plantas geotérmicas.

El taller tuvo una duración de 2 horas y media y culminó con un almuerzo para la comunidad.

Foto Nº 9-6 Exposición representante de GGE



Fuente: Elaboración Propia

- ✓ **Comentarios generales:**

Se manifiesta la incomodidad por las concesiones, ya que es "como si se fueran a instalar en el patio de la casa y eso no agrada" (Soledad Carvajal, Presidenta Asociación Indígena Aymara hijos de Umagama – Chusmiza.)

Algunos asistente mencionan que se está pensando en un turismo ecológico, sin embargo ya han habido perforaciones en la zona de Puchuldiza, lo que perjudica la belleza del lugar, por este motivo es que se está en desacuerdo con las concesiones, ya que no se han tenido buenas experiencias. Se comenta que las personas quieren mantener la comuna de forma natural, es decir, sin intervenciones.

Entre el público asistente, el representante del ADI, Juan Choque, menciona que la belleza natural de la zona es mucho más importante que la geotermia, el desarrollo sustentable debe ser en el turismo y este tipo de proyectos

cambian la mirada y el enfoque. Junto con esto, se señala que en la evaluación de los proyectos en general no se toma en cuenta la opinión de las personas de la comunidad, por eso se exige que la empresa sea diferente e incorpore las percepciones de los vecinos en sus acciones.

Se cuestiona cuál puede ser la diferencia entre GGE y las otras empresas que ya han intervenido en la zona, como por ejemplo Barrick Gold. Existe la pregunta por cómo la empresa va a marcar esta diferencia, qué es lo que va a hacer distinto.

También encontramos en el discurso de la comunidad, la preocupación por el impacto visual de la línea de transmisión. Se plantea que la empresa debe informar de estos impactos a la comunidad, sin embargo este tema es en el largo plazo, en estos momentos lo que se debe discutir son los trabajos de exploración.

Se pregunta por las desventajas de la geotermia (olores, emisiones de CO2, químicos), cómo afecta este proyecto al planeta, pensando en la sequia que se ha vivido en los últimos tiempos en la zona, la duda que existe es si se va a utilizar agua en esta fase del proyecto. La empresa menciona que el agua superficial que se utilizará, la cual no asciende a grandes cantidades, será negociando su derecho a uso con la comunidad Mauque Puchuldiza, en su calidad de dueña del territorio.

Las personas creen que el proyecto ya está autorizado, solamente por el hecho de tener una concesión del Ministerio de Energía. En este contexto se manifiesta que si el taller es solamente para informar, entonces se cuestiona quién garantiza que se va a cumplir lo que se menciona en la exposición. La empresa menciona que el proyecto aún no está autorizado para explorar a través de perforaciones, se está realizando el estudio de impacto ambiental y que faltan meses para su aprobación.

Dentro de las negociaciones que debe establecer la empresa, se pregunta por la negociación que se ha sostenido con la comunidad de Mauque-Puchuldiza. Está la necesidad de saber cómo fue la recepción que tuvo la empresa por parte de dicha comunidad. GGE menciona que la comunidad está abierta a negociar como comunidad, aceptando los posibles beneficios que facilite la empresa. Si bien la comunidad de Mauque tiene su proceso de negociación particular, algunos asistentes plantean la necesidad de contar con beneficios para la comuna de Colchane, no solamente para los dueños de los territorios.

Para contar con una negociación justa, según el comentario de una líder de opinión, se sugiere a la comunidad de Mauque, presente en la reunión a través del Presidente de la Junta de Vecinos, que se asesoren con un abogado, el cual eventualmente podría ser proporcionado por la empresa. Se plantea, al igual como ha sucedido en Bolivia o con la comunidad de Cancosa, que si la empresa se encuentra en un terreno indígena, las ganancias debieran ser la mitad para la empresa y la otra para la comunidad.

La comunidad tiene la inquietud de los posibles compradores de la energía generada en la planta, se percibe un malestar porque ésta sea vendida a las mineras.

- ✓ **Compromisos:**

- GGE se compromete a trabajar en conjunto con la comunidad, fortaleciendo un dialogo y comunicación permanente. Se espera de esta forma poder compatibilizar los intereses de la empresa con los de la comunidad local.
- La empresa enviará a los representantes del taller la fotocopia del diario oficial en donde se describe la concesión.
- GGE mantendrá informada a la comunidad sobre los resultados de los estudios de exploración.

Foto Nº 9-7 Almuerzo con la comunidad



Fuente: Elaboración propia.

9.2.3.4 Taller 4: Concejo Municipal y Dirigentes Sociales

- ✓ **Descripción general del taller:**

El último taller con la comunidad se realizó en la sesión del Concejo Municipal de la Ilustre Municipalidad de Colchane. La coordinación de este taller se llevó a cabo en conjunto con el Alcalde de la Comuna, sin embargo por motivos de salud, éste no pudo estar presente.

La sesión del Concejo comenzó con el taller de GGE, luego se abordaron los temas propios de la comuna. A la reunión asistieron 30 personas, entre ellas los Concejales, Presidentes de Juntas de Vecinos, representantes de organizaciones artesanales y personas de la comuna.

Las personas prestan atención a los beneficios asociados a la geotermia, viéndolos como una oportunidad para la comuna. Además se interesan por las maquinarias utilizadas en los pozos de exploración. Por último hay que destacar que a los asistentes les parece atractiva la experiencia de los maorís en Nueva Zelanda, en donde los pueblos originarios son socios de las empresas de geotermia, según exhibe un documento audiovisual exhibido por GGE durante el taller (reportaje de TVN). El taller tuvo una duración de 1 hora y media y culminó con un almuerzo.

Foto Nº 9-8 Exposición del experto en geotermia



Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Comentarios generales:**

Los asistentes resuelven sus dudas acerca de las etapas del proyecto, quedando claro que si no se encuentra el recurso requerido para construir una planta, no se pasaría a la segunda etapa de explotación. Se observa que existe la necesidad de saber las etapas y las actividades de la empresa.

Los miembros del concejo se preguntan al terminar la exposición por los daños que pueden surgir con el proyecto, ya que se mencionan los elementos positivos, pero qué sucede con los aspectos negativos. En este sentido se manifiesta la preocupación por la alteración del medioambiente, especialmente con el ganado, los bofedales, los géiser, etc.

Al momento de señalar GGE que en la zona de Puchuldiza hay más concesiones, las personas quedan sorprendidas por no estar informadas al respecto. De esta forma, GGE está marcando un precedente en el manejo con la comunidad, transparentando el proyecto de geotermia. GGE comenta que quiere ser una empresa distinta, marcando un referente en la zona. Se espera que las relaciones se enmarquen desde una perspectiva que favorezca a ambas partes y en donde la transparencia y el trabajo en conjunto estén siempre presentes.

Se plantea que se deben llegar a acuerdos con la comunidad, ya que se van a utilizar recursos que son propios de ésta. El uso del territorio debe traducirse en beneficios para las personas. En este sentido, se menciona que la empresa debe adquirir un compromiso con la comunidad de Mauque Puchuldiza, llegando a un consenso con los lugareños, analizando los beneficios y ganancias que van a tener por la utilización del territorio.

La concejal Doris Mamani, agradeció la exposición y la iniciativa de GGE, ya que entrega una visión más amplia y clara de la etapa de exploración. Sin embargo comenta que su postura personal frente al proyecto no es favorable, debido a que la comuna ha tomado una postura de oposición a los proyectos de inversión, bajo la justificación de que la cultura aymara tiene la intención de mejorar su calidad de vida a través de medios como la agricultura, no obstante la sequía que se ha vivido en el último tiempo, ha derivado en que el municipio apunte al desarrollo de la comuna

mediante el turismo. Se pretende fortalecer un tipo de turismo que no esté ligado a intervenciones de terceros, en este caso la geotermia, resguardando la virginidad del lugar. La concejal le señala al Concejo y a la comunidad, que es hora de establecer acuerdos sobre cómo enfrentar este tema como comuna.

A pesar de manifestar la preocupación por el desarrollo del turismo en áreas sin intervención, el concejo espera tener mesas de trabajo con la empresa, para analizar las ventajas y desventajas del proyecto. En esta línea es que GGE se compromete a relacionarse con la comunidad de forma transparente, privilegiando el diálogo y el beneficio mutuo.

El experto de la Universidad de Santiago señala a los asistentes que este taller debiera ser considerado como una oportunidad de abrir un espacio de diálogo con la empresa, ya que además el hecho de que GGE haya hecho este Taller y querido informar desde el principio a la comunidad, debiera sentar un precedente para sus eventuales negociaciones y tratos con empresas que a futuro puedan llegar, constituyendo un estándar nuevo de relaciones.

- ✓ **Compromisos:**

- GGE se compromete a tener una relación permanente con la comunidad, basada en un diálogo transparente y confiable,

- Posibilidad de realizar mesas de trabajo con las personas de la comuna de Colchane y el Concejo Municipal

9.3 CONCLUSIONES GENERALES PROCESO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA TEMPRANA

- ✓ **Logros:**

- Se identificaron liderazgos locales más allá de los liderazgos ya conocidos en etapa previa de trabajo de campo.

- Se sugirió a la comunidad la importancia de asistir con propuestas a la etapa de PAC organizada por la CONAMA, y de efectuar por escrito las propuestas que tengan.

- Por lo general la recepción de la comunidad fue bastante positiva, valorando la iniciativa de la empresa, especialmente por comunicar tempranamente sus intenciones a los interesados, siendo un mecanismo de consulta e involucramiento que no tiene precedentes en la zona.

- Existe el interés por parte de la comunidad de realizar un trabajo en conjunto con GGE, en donde ambas partes puedan salir beneficiadas.

- Se percibe la motivación de la comunidad por los beneficios asociados a la geotermia (eventuales negocios derivados del uso del calor), lo cual se traduce en una mirada positiva hacia el proyecto.

- Los asistentes valoran positivamente el escaso impacto ambiental de la geotermia, logrando en general superar el prejuicio que unía a la geotermia con la minería.

✓ **Desafíos:**

- GGE tiene el compromiso de crear canales de comunicación permanentes y concretas en un Programa de Relaciones con la Comunidad; a través de un Cronograma de reuniones y actividades.

- A través de este programa la empresa puede marcar un precedente positivo en los mecanismos de involucramiento. Por el contrario, si no logra activar este ¨proceso¨, como tal, podría revertir sustancialmente lo avanzado hasta hoy y con ello la comunidad perdería la confianza en la empresa.

- Efectuar un taller ampliado con todos los grupos objetivos, a fin de obtener mediante metodología de ¨grupo nominal¨, la jerarquización de las preocupaciones sobre el proyecto.

- Instalar los proyectos geotérmicos como una modelo de vinculación con la comunidad.

9.4 ACTIVIDADES PROPUESTAS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

A partir del proceso de Participación Ciudadana Temprana realizado por la empresa, GGE continúa con las relaciones que ha establecido con la comunidad, para ello ha realizado visitas a la zona y se ha reunido con los dirigentes principales de cada localidad, además de las autoridades municipales. Dentro de las actividades llevadas a cabo por GGE, podemos mencionar las siguientes:

1. Reunión y visita a terreno Comunidad Indígena Mauque Puchuldiza

Para dar cumplimiento a los compromisos asumidos, los representantes de la empresa realizaron una visita a la zona, reuniéndose con la comunidad. Un hito importante de esta instancia fue la visita de los abogados de GGE Chile para reunirse con la directiva de la Comunidad para chequear la pertinencia y validez de los títulos de dominio que ostentan, a fin de ir encaminando los futuros acuerdos económicos para la etapa de exploración.

Hay que mencionar que la empresa ya ha cumplido con esta etapa de su programa, la cual está descrita en el capítulo 11 de Negociaciones con los Involucrados. Tenemos que destacar dentro de las reuniones en la zona, la visita a la zona de concesión de la empresa, en donde participaron miembros de la comunidad Mauque Puchuldiza y representantes de GGE.

En terreno, los expertos de la empresa, explicaron a los asistentes la ubicación exacta de la zona de concesión adjudicada, mediante los planos que para tal efecto les fueron entregados. También se les explicó el trabajo de mediciones de temperatura del suelo que se estaban desarrollando durante esos días con la ayuda del vehículo tipo ATV.

Luego de terminada la inspección de los trabajos, el grupo partió rumbo a Mauque. Los representantes de la Comunidad tienen esperanzas en que, de ser exitoso el proyecto geotérmico de GGE, ellos puedan dar vida nuevamente al pueblo, mediante la re-instalación de familias para abastecer de los servicios al futuro campamento de la empresa, así como al florecimiento del desarrollo turístico de la zona mediante la organización y sistematización de dicha área.

Foto Nº 9-9 Visita a terreno zona concesión



Fuente: Elaboración propia.

2. Reunión comunidad de Colchane y Municipio

Los representantes de la empresa, realizaron una mesa de trabajo con las personas de la comunidad de Colchane, en donde se comenzaron a delinear objetivos para desarrollar un proyecto en conjunto, el cual se detalla en el capítulo 11 de este EIA. Además de estas instancias, la empresa se reunió con el Alcalde y el Consejo Municipal de Colchane. En esta ocasión, GGE presentó un resumen de las acciones que ha desarrollado con la comunidad. Se destacó el interés de GGE Chile de tener las mejores relaciones con la comunidad y todo el pueblo de Colchane.

Luego de presentado el resumen de actividades y las intenciones de la empresa de trabajar en conjunto con la Comunidad para apoyar algún tipo de proyecto que promueva el turismo de la zona, el Concejo se pronunció frente a la empresa señalando que aún se tienen muchas dudas respecto de la llegada de la empresa a la zona y, especialmente, al desarrollo de la energía geotérmica en la región.

El Alcalde, señaló que van a estudiar bien el tema en las próxima semanas, por cuanto aún no conocen a fondo las implicancias del proyecto y que, “por tradición, como Municipalidad siempre nos hemos opuesto a la instalación de cualquier planta o industria, pues queremos mantener el terreno lo más natural posible”.

Conscientes de que tienen la necesidad de estudiar las intenciones de GGE, especialmente para tener una posición definida frente al tema de la geotérmica, indicaron creer necesario asesorarse por expertos independientes. Al respecto, la empresa ofreció la posibilidad de pagar su coste, si fuera necesario, de algún experto, a fin de que ellos puedan informarse en profundidad acerca de la geotermia.

Hay que mencionar que dentro de las visitas realizadas a la comuna de Colchane, durante la primera semana de julio, los funcionarios de Servicio País de la Municipalidad organizaron una charla conjunta con CONAMA y CONADI regional, con el objetivo de exponer la energía geotérmica a la comunidad, en dicha oportunidad la Directora

Regional de CONAMA (Actual Servicio de Evaluación Ambiental, SEA de la I Región), Ximena Cancino, comentó acerca de los beneficios de la geotermia y la abogada de CONADI, Yubinza Arriagada, por su parte expuso lo referente al Convenio 169 de la OIT. El representante de GGE estuvo presente en esta charla, respondiendo las preguntas de la comunidad. Hay que destacar que la Directora de CONAMA comentó que este tipo de energías renovables no convencionales (ERNC) son las que el gobierno está impulsando por ser ambientalmente sustentables.

A partir de las reuniones mencionadas anteriormente, GGE espera continuar con el plan de relaciones con la comunidad, con el objetivo de entablar lazos de confianza y a su vez generar proyectos de inversión social.

Foto Nº 9-10 Exposición Directora CONAMA I Región de Tarapacá



Fuente: Elaboración propia.

1
2
3
4
5
6
7
8
9

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

10 CAPÍTULO 10: DESCRIPCIÓN DE RELACIÓN ENTRE PROYECTOS Y POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL 10-1

10.1 INTRODUCCIÓN 10-1

10.2 POLÍTICA PÚBLICA PARA TERRITORIOS ESPECIALES AISLADOS 10-1

10.3 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL 10-2
10.3.1 Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de la Región de Tarapacá 10-2
10.3.2 Plan Regional Desarrollo Urbano (PRDU) Región de Tarapacá 10-3

10.4 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO COMUNAL 10-6
10.4.1 Plan Regulador Comunal (PRC) de Colchane 10-6
10.4.2 Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Colchane 10-6
10.4.3 Plan de Desarrollo Turístico de Colchane (PLADETUR) 10-7
10.4.4 Estrategia Nacional de Turismo 10-7

10.5 CONCLUSIONES 10-11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 10-1 Resumen PRDU y Proyecto 10-3
Tabla Nº 10-2 Catastro de Atractivos Turístico Comunales que tienen Relación con el Proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2 10-9

10 CAPÍTULO 10: DESCRIPCIÓN DE RELACIÓN ENTRE PROYECTOS Y POLÍTICAS, PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL Y COMUNAL

10.1 INTRODUCCIÓN

Según lo indicado en el artículo 9° de la Ley 20.417 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (que modifica la Ley 19.300 Ley sobre Generales del Medio Ambiente), los proponentes de proyectos o actividades, en sus Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental, deberán describir la forma en que tales proyectos o actividades se relacionan con las políticas, planes o programas de desarrollo regional, así como con los planes de desarrollo comunal.

La Comisión señalada en el artículo 86 de la Ley 20.417 solicitará el pronunciamiento del Gobierno Regional de la Región de Tarapacá, así como de la I. Municipalidad de Colchane, con el objeto de que estos señalen si el proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur" se relaciona con las políticas, planes y programas de desarrollo regional y con los planes de desarrollo comunal, respectivamente.

Las políticas, los planes y los programas de desarrollo nacional, regional y comunal que serán analizados en relación al proyecto, corresponden a:

- Política Pública para Territorios Especiales Aislados
- Estrategia Regional de Desarrollo Región de Tarapacá;
- Plan Regional Desarrollo Urbano Región de Tarapacá;
- Plan Regulador Comunal de Colchane;
- Plan Desarrollo Comunal de Colchane; y
- Plan Desarrollo Turístico de Colchane

10.2 POLÍTICA PÚBLICA PARA TERRITORIOS ESPECIALES AISLADOS

La implementación de una política pública para el desarrollo de territorios especiales aislados y sus habitantes, ha buscado como objetivo coordinar acciones, concertar actores públicos y privados y elaborar planes de desarrollo estructural para las zonas extremas.

En el ámbito de la política pública, se persigue integrar plenamente a los habitantes de los territorios especiales, profundizar el proceso de descentralización del país, proponer los ejes de acción e instrumentos necesarios para el desarrollo de las zonas extremas, aisladas y especiales, e institucionalizar la acción del Estado en estos territorios desde el nivel central y subnacional.

Los territorios especiales aislados se definen como geográficamente aislado, con bajo nivel de accesibilidad, con escasa población y alta dispersión de ésta, en el que se observa una baja presencia y cobertura de servicios básicos y públicos, que a consecuencia de estos factores se encuentra en una situación de desventaja y desigualdad social respecto del desarrollo del país; al efecto en el país se determinaron 25 comunas con características de aislamiento crítico entre las que se ubica la Comuna de Colchane .

En general los principios de la politica púbilca sobre territorios aislados ha sido conducida desde la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE) del Ministerio del Interior y coordinada a través del Comité Interministerial de Zonas Extermas (CIDEZE) y donde el objetivo general es materializar el deber del Estado chileno para promover la integración armónica de todos los sectores de la nación y asegurar el derecho de todos sus habitantes a participar con igualdad de oportunidades en la vida nacional, independiente de su lugar de residencia.

Los objetivos específicos son:

- Fomentar la integración plena a la vida nacional de los habitantes de estos Territorios
- Promover liderazgo regional para la gestión de territorios especiales aislados
- Mejorar las condiciones de habitabilidad
- Promover la flexibilización de instrumentos públicos para territorios especiales aislados

Las Tareas concretas para la implementación de la política son:

- Validar metodología para evaluar situación de los territorios
- Descentralizar progresivamente la gestión de estos territorios
- Proyectar institucionalidad regional para la gestión pública regional
- Focalizar intervención
- Proponer un sistema de Financiamiento público
- Evaluar impacto de planes e instrumentos de excepción
- Adecuar y diseñar nuevos instrumentos de financiamiento
- Facilitar la gestión intersectorial
- Mejorar conectividad
- Ampliar cobertura de servicios básicos
- Promover nuevas fuentes energéticas
- Fortalecer presencia de servicios públicos
- Favorecer el desarrollo productivo

En cuanto a los objetivos del Proyecto de Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2, este busca confirmar la existencia de reservorio geotermal de interés comercial, por tanto de resultar exitoso dicho proceso, claramente se alinea con las tareas de promover nuevas fuentes energéticas y favorecer el desarrollo productivo de la Comuna de Colchane.

10.3 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO REGIONAL

Los instrumentos del nivel regional fueron desarrollados con anterioridad a la creación del la XV Región de Arica y Parinacota, por tanto en estos se incluyen a la actual XV Región.

10.3.1 ESTRATEGIA REGIONAL DE DESARROLLO (ERD) DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ

En la formulación de la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) de la Región de Tarapacá se definió las oportunidades de desarrollo regional, las necesidades y prioridades, las líneas estratégicas que sustentan la visión del desarrollo regional y las políticas.

Las estrategias de desarrollo están planteadas para el periodo 2001-2006 las cuales se encuentran vigentes actualmente. La futura estrategia se encuentra en su etapa de elaboración y corresponderá al periodo 2010-2020.

La visión objetivo de la región que se plantea en la estrategia apunta hacia una región equilibrada en el ámbito económico, social y cultural, orientado su acción a la superación de la pobreza regional y a una mayor calidad de vida, con un conjunto de objetivos y políticas estratégicas, las cuales se indican a continuación:

- Hacer de la región, gracias a su posición geográfica privilegiada y a la experiencia comercial acumulada, un centro internacional de negocios y una plataforma de servicios, para las relaciones de la subregión continental con los mercados del Asia-Pacífico y el resto del mundo.

- Diversificar la base productiva regional mediante formas de economía sustentable, potenciando los sectores agropecuario y turístico.

- Aumentar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos.

- Apoyar a la pequeña y mediana empresa

- Fomentar la transferencia y la investigación tecnológica

- Generar más desarrollo humano y mejor calidad de vida, cuyas políticas planteadas corresponden:

- Desarrollar el mundo rural

- Conformar ciudades amables y seguras

- Desarrollar y modernizar la institucionalidad pública

- Fortalecer el poder regional de Tarapacá

El proyecto de Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur 2 busca confirmar la existencia de reservorio geotermal de interés comercial, por tanto se relaciona directamente con los objetivos de la estrategia en cuanto a que sirve de insumo esencial para el mejor cumplimiento de todos los objetivos regionales.

10.3.2 PLAN REGIONAL DESARROLLO URBANO (PRDU) REGIÓN DE TARAPACÁ

El Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Región de Tarapacá, es un instrumento de Planificación Territorial que está conformado por la Memoria Explicativa, los Lineamientos del Plan y los Planos respectivos. Comprende un conjunto de lineamientos, respecto de los cuales el siguiente cuadro resume la relación con el proyecto.

Tabla Nº 10-1 Resumen PRDU y Proyecto

Indicaciones Específicos	Relación con el Proyecto
Actividades Extractivas y Faenas Mineras. Las actividades extractivas de todo tipo y las faenas mineras se emplazaran preferentemente en aquellas áreas que se encuentren fuera de las "Áreas Planificadas Intercomunales y Comunales" (AO-1) definidas por el presente instrumento y consecuentemente fuera de los limites urbanos definidos por los instrumentos de planificación de escala Intercomunal y Comunal vigentes y/o futuros. Dichas actividades deberán someterse a la Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo establecido en la ley 19.300 y su Reglamento. El control del funcionamiento de las actividades y faenas mineras, así como la fiscalización del cumplimiento de sus Planes de Recuperación de Suelo, y las sanciones por extracción sin permisos o en zonas prohibidas, será efectuado por los municipios	El proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2, no es un proyecto minero ni una actividad extractiva, corresponde a una concesión geotermal y la exploración es para verificar el potencial del reservorio geotermal y la factibilidad de desarrollar un proyecto de generación electrica.

Indicaciones Específicos	Relación con el Proyecto
correspondientes y las entidades que corresponda, de acuerdo a la legislación vigente.	
Actividades Industriales y similares. Las actividades productivas, de servicios, industrias de todos los rubros que se instalen en el territorio regional, deberán cumplir con lo dispuesto en la Ley Nº 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento de Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Los Instrumentos de Planificación Intercomunal y/o Comunal deberán establecer las condiciones de localización de las actividades productivas de carácter industrial clasificadas como molestas, considerando las indicaciones del presente instrumento para ello. Asimismo, los Instrumentos de Planificación Intercomunal y/o Comunal deberán establecer las condiciones de localización de las actividades productivas de carácter industrial clasificadas como inofensivas. Considerando para ello los territorios recomendados por este instructivo y las Zonas Urbanas Consolidadas y las Zonas de Extensión Urbana en concordancia con las disposiciones sobre usos de suelo y zonificación establecidas en los respectivos Planes Reguladores Comunales e Intercomunales.	El proyecto de Investigación Puchuldiza Sur 2 es una investigación geológica / hidrogeológica y no una actividad productiva, ni de servicios. De acuerdo a la Ley Nº 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento, el proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por ser clasificado de acuerdo a la tipología indicada en el artículo 10 de la Ley 19.300 y el artículo 3 del Reglamento del SEIA, literal p, donde se señala que deben ingresar al SEIA los proyectos ubicados *"en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita".* El proyecto "Exploración Geotérmica Puchuldiza Sur" se emplaza al interior del área de Puchuldiza declarada Zona de Interés Turístico (ZOIT), mediante Resolución Exenta Nº560 del 20 de mayo del 2008 de SERNATUR.
Edificaciones Patrimoniales. Los Instrumentos de planificación territoriales de niveles inferiores, Planes Reguladores Intercomunales, Comunales y Planes Seccionales especificarán en sus respectivas ordenanzas las condiciones necesarias para resguardar este tipo de edificación. Sin perjuicio de esto, es procedente que los permisos para modificar, intervenir y/o complementar las obras identificadas como "edificaciones patrimoniales", por Monumentos Nacionales, sean acompañados por la solicitud correspondiente de un informe que identifique las medidas para la conservación y protección de dicho patrimonio. La Dirección de Obras de la Municipalidad respectiva otorgará el permiso de Edificación sólo una vez cumplido el trámite antes descrito. Sin perjuicio de las atribuciones de CONAMA y del Consejo de Monumentos Nacionales.	En el area del proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2 no se encuentran edificaciones patrimoniales identificados por Monumentos Nacionales.
Lugares Sagrados de las Comunidades Indígenas. Es procedente que los instrumentos de planificación de escala intercomunal y comunal, así como los proyectos de nuevos asentamientos de características urbanas y la ejecución de nuevas obras de infraestructura incluyan la verificación de no afectar emplazamientos de Lugares Sagrados para las Comunidades Indígenas. Sin perjuicio de lo anterior, la ejecución de estos mismos proyectos en cualquier punto del territorio regional deberá cumplir y estar en concordancia con los objetivos contemplados en la Ley 19.253 sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas	El area de la Exploración Puchuldiza Sur 2 corresponde a terrenos de la comunidad indígena de Mauque. De acuerdo a los estudios de línea de base, consultas efectuadas y reuniones sostenidas con la comunidad, el área de trabajos no compromete emplazamientos de lugares sagrados. Aun así se podrá especial cuidado durante las actividades, en orden a no generar ninguna actividad que pueda conllevar efecto sobre manifestaciones religiosas locales..
Infraestructura Energética: Corresponderá a los Planes Reguladores Comunales e Intercomunales identificar las áreas de restricción para cada una de las tipologías de infraestructura energética contenidas en este punto. En caso de que las fajas de infraestructura deban cruzar territorios protegidos o de fragilidad ambiental, estos se someterán al SEIA según corresponda de acuerdo a lo dispuesto en la ley 19300	El proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 no involucra la instalación de una infraestructura energética. Para el campamento y las máquinas de perforación se usarán generadores, los cuales seran removidos una vez terminado el trabajo de exploración. En el caso que la exploración indique la factibilidad de generación eléctrica, se someterán las fajas de infraestructura asociada al SEIA según corresponda de acuerdo a lo dispuesto en

Indicaciones Específicos	Relación con el Proyecto
	la ley 19300.
Sobre Áreas de Vulnerabilidad de los Acuíferos: En la totalidad del territorio Regional se recomienda incorporar las disposiciones contenidas en el estudio de Vulnerabilidad de acuíferos de la Región de Tarapacá. Los proyectos de loteo y/o edificación que se desarrollen en territorios que presenten vulnerabilidad de acuíferos se recomienda atenerse a lo indicado en dicho estudio, sin perjuicio de las recomendaciones para el territorio en que se emplacen en el presente instructivo	El proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2 incorporará las disposiciones contenidas en el estudio de Vulnerabilidad de acuíferos de la Región de Tarapacá. Durante la perforación los pozos profundos serán aislados de los acuíferos superficiales y se realizarán pruebas y mediciones para averiguar la vulnerabilidad de dichos acuíferos y permitir diseñar medidas de protección.
Áreas Protegidas – SNASPE:	
Area Tipo AP-1: Corresponden a las unidades pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado y Santuarios de la Naturaleza. Se incluyen los Parques Nacionales Lauca y Volcán Isluga, Monumento nacional Salar de Surire y las Reservas Nacionales Las Vicuñas y Pampa del Tamarugal.	El área del proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2 no se encuentra dentro de ninguna de las áreas que pertenecen al SNASPE. El Parque Nacional Volcán Isluga es colindante al área de concesión otorgada y, el proyecto de exploración ha tomado las precauciones necesarias para que las obras y actividades no afecten los terrenos del parque.
Area Tipo AP3: Áreas de Conservación de Atributos Naturales asociadas al Paisaje Andino: Se sugiere promover usos preferentemente turístico, culturales, científicos, recreacionales, deportivos, ecoturísticos. No se recomienda, en ningún caso, el desarrollo de actividades que puedan causar efectos significativamente adversos sobre el paisaje, las especies, los ecosistemas y los procesos biológicos existentes. No se recomienda construir ningún tipo de edificación permanente, sólo se incentiva las edificaciones mínimas, de carácter temporal, asociadas a los usos indicados como preferentes	El límite sur de la Concesión Geotérmica Puchuldiza Sur 2 es colindante a un área designada A3. Sin embargo, las actividades de exploración se realizarán absolutamente fuera del límite del área A3, A la vez serán actividades de corta duración y no tendrían efectos adversos al paisaje, los recursos naturales presentes y la visitación turística del sector.
Area Tipo AP-7 Áreas de Conservación de Atributos Naturales asociadas a la Precordillera Poblado: Estas áreas se caracterizan por presentar un gran número de centros poblados menores, dispersos en el territorio, que concentran a la población del territorio altiplánico, dedicados a actividades agropecuarias de subsistencia. Se sugiere emplazar usos preferentemente residenciales, además de equipamientos turísticos, recreativos y servicios básicos, preferentemente asociados a los centros poblados ya existentes y condicionados a asegurar la permanencia de los valores paisajísticos y naturales del área y el carácter arquitectónico preexistente. Se recomienda construir sólo la edificación de viviendas y la edificación mínima complementaria a los usos indicados como preferentes, condicionada a informe favorable de la Seremi de Vivienda y Urbanismo.	En el área AP-7, es donde se desarrolla el proyecto objeto de este estudio. Las estructuras a construir en el proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 son de tipo campamento modular y su permanencia en el lugar será temporal, solamente sujeta a la duración del programa de exploración.
Area Tipo AP-9: Áreas de Conservación de Atributos Naturales por Fragilidad Geomorfológica: Estas áreas se caracterizan por presentar una alta fragilidad geomorfológica y por tanto representan áreas potencialmente riesgosas para el desarrollo de actividades humanas de carácter permanente; además de sus atributos paisajísticos. Se sugiere promover los usos preferentemente turísticos y recreativos al aire libre. No se recomienda, en ningún caso, el desarrollo de actividades que impliquen la permanencia prolongada del hombre ni tampoco aquellos que puedan causar efectos significativamente adversos sobre el suelo y el paisaje.	El área del proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 no se encuentra dentro o cerca de un área designada como AP-9.

Indicaciones Específicos	Relación con el Proyecto
Area Tipo AR-1 Remoción en Masa: Área de Riesgo de Remoción en Farellón Costero asociada a pendientes fuertes, Aluviones en quebradas del Farellón Costero y Riesgo de Remoción en Quebradas Principales. Constituyen áreas propensas a derrumbes, deslizamientos rotacionales, traslacionales multirotacionales y aluviones locales, que se expresan en el borde costero en el Farellón costero y hacia el interior del territorio en las principales quebradas	Los estudios de Línea Base para el proyecto han identificado algunos sectores con potencial de inestabilidad geomorfológica y se han establecido las precauciones técncias y de emplazamiento de obras correspondientes para evitar dichos sectores. Los Instrumentos de planificación Intercomunal y Comunal deberán reconocer e incorporar en su propuesta de zonificación el área de riesgo por remoción definida en el presente Estudio, pudiendo precisarla en base a estudios de mayor detalle y/o condicionando el desarrollo de proyectos a Estudios específicos para la eventual desafección de parte o la totalidad del área identificada con Riesgo.
Area Tipo AR-2 Área de Riesgo de Actividad Volcánica: Áreas de riesgo de actividad volcánica potencial, asociada a los volcanes emplazados en el cordón cordillerano de la Región, como es el Volcán Isluga. Corresponde a un área que por sus características de susceptibilidad a los peligros de deslizamiento asociados a la actividad volcánica, presentan restricciones al desarrollo urbano.	El área del proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 se encuentra fuera del área de riesgo de actividad volcánica.

10.4 PLANES, POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO COMUNAL

En relación con la escala comunal, corresponde analizar dos instrumentos:

- Plan Regulador Comunal (PRC) de Colchane
- Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Colchane
- Plan Desarrollo Turístico (PLADETUR) de Colchane

10.4.1 PLAN REGULADOR COMUNAL (PRC) DE COLCHANE

La I. Municipalidad de Colchane, no posee Plan Regulador Comunal y tampoco se prevé que se desarrolle uno en la comuna. Entre otros antecedentes que apoyan esta situación, se puede mencionar que no existen entidades urbanas (ciudad o pueblo) en la comuna, asimismo y de acuerdo con el INE[1], todas las entidades pobladas de la comuna de Colchane son "Comunidad Indígena", salvo la entidad Churullocat que es designada como "Cp" (Campamento).

10.4.2 PLAN DE DESARROLLO COMUNAL (PLADECO) DE COLCHANE

El PLADECO de la comuna de Colchane se encuentra en vigencia para el periodo 2009-2012 y pretende ser un plan de trabajo participativo, coherente, flexible, estratégico y operativo.

La imagen objetivo que plantea el PLADECO de Colchane es la siguiente:

[1] INE, Censo de Población y Vivienda año 2002

- Colchane proyectando sus raíces con tradición, cultura y equidad, con oportunidades para todos sus habitantes, con un moderno desarrollo agropecuario, turístico y medio ambiental.

- Proactiva en la presentación de servicios, capaz de capitalizar su ubicación estratégica.

- Con una comunidad organizada y participativa, comprometida con el medio ambiente, con la diversificación productiva y con una municipalidad moderna y abierta.

10.4.3 PLAN DE DESARROLLO TURÍSTICO DE COLCHANE (PLADETUR)

La Ilustre Municipalidad de Colchane ha desarrollado el Plan de Desarrollo Turístico Comunal con la finalidad de contar con un instrumento de planificación que oriente de una manera realista y participativa el desarrollo turístico de la comuna.

Mediante este Plan se analiza la oferta y demanda turística comunal, el objetivo imagen para el sector turístico y la priorización de programas y proyectos, los cuales deben ser alcanzables en el mediano y largo plazo. Al efecto el proyecto exploración geotérmica Puchuldiza Sur 2 ingresa al SEIA por la condición de ZOIT de la Comuna de Colchane.

10.4.4 ESTRATEGIA NACIONAL DE TURISMO

La estrategia nacional, brinda la cobertura de acción de todo el espectro de instituciones públicas y marca el sello de participación del Gobierno en esta actividad, la que se traduce en la visión de Estado que señala que el turismo se constituirá en un de los elementos esenciales del desarrollo económico del país y en uno de los fundamentos del mejoramiento de la calidad de vida de sus ciudadanos, posicionando, reconociendo y valorando a Chile como un país turístico competitivo, logrando una imagen consolidada como destino para el turismo de intereses especiales.

A la vez, el Gobierno de Chile ha definido una misión y objetivos de la Política de Estado para el sector turístico:

- **Misión:** lograr la acción coordinada y armónica de todos los actores involucrados en el desarrollo de la actividad, aprovechando las sinergias que se producen por la acción público – privada en el turismo, a fin de consolidar la actividad, incentivando la generación de nuevos productos, innovando en el desarrollo de nuevos mercados turísticos, mejorando la calidad de los servicios turísticos, fomentando su crecimiento, mejorando cualitativa y cuantitativamente la promoción turística y la calidad de la oferta, potenciando la inversión, resguardando el patrimonio cultural y natural del país, y velando por su sustentabilidad.

- **Objetivos de la Política:** el turismo abre un mundo de oportunidades a la economía de nuestro país, mantener y consolidar la competitividad de Chile como mercado receptor de turistas, en un contexto de crecientes exigencias de los mercados mundiales en cuanto a la calidad y sustentabilidad, impone aunar cada vez más los esfuerzos públicos y privados en esta materia. Un acción coordinada respecto a la promoción de los destinos, la inversión en turismo, la calidad de los servicios turísticos, el análisis del comportamiento del mercado y las líneas estratégicas de desarrollo, son pilares fundamentales para lograr consolidar al turismo como una actividad económica primordial del Chile futuro.

El objetivo de esta política, entonces, es posicionar a Chile como un destino turístico, estableciendo como eje de desarrollo el turismo de naturaleza y de intereses especiales, particularmente para los mercados de larga distancia, y al mismo tiempo ampliando y diversificando la oferta de productos y las oportunidades de acceso al turismo interno.

- **Ejes Fundamentales de la Política Nacional de Turismo:** La Política Nacional de Turismo se fundamenta en cinco ejes estructurales que orientan y determinan las líneas estratégicas y las principales acciones del Estado en materia turística. Dentro de esta Política se distinguen los siguientes ejes:

    - Turismo Prioridad Nacional
    - Promoción Turística
    - Ordenamiento Territorial
    - Coordinación Pública- Privada
    - Innovación y desarrollo de mercados

De acuerdo con lo anterior el plan de fortalecimiento del sector turismo, en la comuna de Colchane, busca mejorar la competitividad del sector en el ámbito regional y nacional, aprovechando su ubicación estratégica y las características objetivas de su territorio, poniendo énfasis en el ecoturismo, el agroturismo y el desarrollo de microempresas alrededor del sector.

10.4.4.1 Jerarquización de los atractivos turísticos

Con el objetivo de establecer un análisis adecuado de los atractivos turísticos comunales se determino la jerarquización de estos por medio de un inventario de atractivos, para ello, se aplico un ficha metodológica en terreno.

En la temática de los atractivos turísticos se realizo un catastro de ellos y fueron caracterizados según su atractivo, los criterios de jerarquización de atractivos turísticos son los siguientes:

Jerarquía 3: atractivo excepcional y gran significación para el mercado turístico internacional, capaz por sí solo de motivar una importante corriente de visitantes (actual o potencial), medida como un porcentaje del total de la demanda del país o de algún mercado específico.

Jerarquía 2: atractivo con rasgos excepcionales en un país, capaz de motivar una corriente (actual o potencial) de visitantes del mercado interno o externo en menor porcentaje que los de J3, ya sea por sí solo o en conjunto con otros atractivos.

Jerarquía 1: atractivo con algún rasgo llamativo, capaz de interesar a visitantes de larga distancia ya sea del mercado interno o externo que hubiesen llegado a su zona por otras motivaciones turísticas, o de motivar corrientes turísticas locales (actuales o potenciales)

Jerarquía 0: atractivo sin méritos suficientes para considerarlos al nivel de las jerarquías anteriores, pero que igualmente forman parte del patrimonio turístico como elementos que pueden completar a otros de mayor jerarquía en el desarrollo y funcionamiento de cualquiera de las unidades que integran el espacio turístico.

A continuación se muestra un listado con los atractivos relevantes y la jerarquización que presentan:

Tabla Nº 10-2 Catastro de Atractivos Turístico Comunales que tienen Relación con el Proyecto Exploración Puchuldiza Sur 2

RECURSO	CATEGORÍA	TIPO	DESCRIPCIÓN	JERARQUÍA	ACTIVIDADES	LIMITACIONES	RELACION CON EL PROYECTO
Geiser de Puchuldiza	Natural	Geiser	Campo geotérmico, ubicado a 60 kilómetros de Colchane, en este lugar se pueden encontrar más de 20 fumarolas, algunas protegidas con cordones que la rodean, los geisers están rodeados por hermosos cerros y bofedales.	3	Actuales: No presenta. Potenciales: Ecoturismo Termalismo Trekking Interpretación ambiental Observación de Flora y Fauna.	Accesos en malas condiciones. No cuenta con senderos establecidos para la correcta visita e interpretación del atractivo. Escasa señalética. No posee servicios higiénicos según estándar ecoturístico.	El geiser de Puchuldiza es resultado de una exploracion previa realizado por una empresa minera. El presente proyecto de exploración será ubicado fuera del area del geiser. Se tomarán precauciones para evitar impacto alguna sobre esta atracción turística
Termas de Puchuldiza	Natural	Termas	Piscina termal confeccionada artificialmente, está construida con piedra y cemento. Es alimentada por una vertiente de agua termal proveniente de los geisers que llevan su mismo nombre.	3	Actuales: Turismo Termal. Potenciales: Ecoturismo Termalismo Trekking Interpretación ambiental Observación de Flora y Fauna	Accesos en malas condiciones. No cuenta con senderos establecidos para la correcta visita e interpretación del atractivo. Escasa señalética. No posee una administración, manejo y control constante del lugar.	El presente proyecto de exploración será ubicado fuera del área de las termas. El reservorio geotérmico de interés se ubica a una profundidad de 2000-3000 m. Se tomarán precauciones para evitar impacto alguna sobre esta atracción turística
Poblado de Puchuldiza	Cultural	Caserío Típico	A 58 kilómetros de Colchane se ubica Puchuldiza, hermoso poblado altiplánico cercano a los geiseres que llevan su mismo nombre, cuenta con arquitectura típica, construida con piedra, adobe y techumbres de paja brava.	2	Actuales: No presenta. Potenciales: Turismo Cultural etnoturismo Artesanía local	Escasa señalética. Accesos en malas condiciones. Se deben realizar acciones para eliminar la basura del caserío.	El proyecto de Exploración Puchuldiza Sur 2 no contempla actividades de exploración ni instalaciones cerca del poblado de Puchuldiza. Se debe destacar que el caserío se encuentra sin habitantes.
Poblado de Mauque	Cultural	Caserío Típico	Es un hermoso poblado típico altiplánico, los caseríos están construidos con piedra, adobe y techumbres de paja brava.	2	Actuales: No presenta. Potenciales: Turismo Cultural	Caseríos deteriorados. Escasa señalética.	El poblado de Mauque se encuentra a 15 km de distancia del área de exploración. No se preve ningúna actividad de exploración que tendrá impacto

RECURSO	CATEGORÍA	TIPO	DESCRIPCIÓN	JERARQUÍA	ACTIVIDADES	LIMITACIONES	RELACION CON EL PROYECTO
			Posee una hermosa iglesia con una nave principal y torres en los costados. Cercano a la iglesia se encuentra un cerro muy hermoso, donde la comunidad local realiza ceremonias y generalmente la sobrevuelan cóndores. Además es utilizado como cerro calvario en fiestas patronales.		etnoturismo Artesanía local Festividades religiosas.	Presenta basura y escombros.	sobre el caserío.

Fuente: PLADETUR Comuna Colchane.

10.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a la descripción y análisis de los planes y programas regionales y comunales, el Proyecto Exploración geotérmica Puchuldiza Sur 2 responde a objetivos de carácter regional y se complementa claramente con objetivos tanto de alcance comunal como regional.

No obstante que la actual Estrategia de Desarrollo Regional de Tarapacá, es un instrumento que será prontamente reemplazado, claramente sus objetivos son complementarios a los del proyecto, este a su vez no vulnera la zonificación del PRDU y tampoco afecta a la comuna de Colchane, la cual no posee Plan Regulador Comunal (PRC).

El PLADECO actualmente vigente rige entre 2009 y 2012. Algunos aspectos importantes a destacar del Plan, es el desarrollo del sector turístico, su compromiso ambiental, fortalecimiento de la red y el tejido social y Plan de equidad y calidad en educación y salud.

Finalmente el PLADETUR y su aplicación como un instrumento de planificación estratégica turística local, permitirá a la comuna de Colchane aprovechar en forma sustentable su potencial turístico, promover los emprendimientos locales y la participación comunitaria, fortalecer la institucionalidad público-privada y generar capacidades locales para abordar el sector turístico, todo lo cual puede ser prefectamente complementario con el proyecto, tanto en sus obras y actividades de exploración y aun más si este resulta exitoso y debe pasar a una fase de desarrollo.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA SUR 2

COMUNA DE COLCHANE,

I REGIÓN DE TARAPACÁ

ÍNDICE

11 CAPÍTULO 11: ANTECEDENTES DE NEGOCIACIÓN Y ACUERDOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACION AMBIENTAL CON INTERESADOS 11-1

11.1 ACUERDOS, COMPROMISOS Y NEGOCIACIONES FINALIZADAS CON INTERESADOS 11-1

11.2 AUTORIZACIÓN Y CONTRATO DE PROMESA DE SERVIDUMBRES PARA EXPLOTACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA ENTRE GGE CHILE SPA Y COMUNIDAD INDÍGENA AYMARA MAUQUE PUCHULDIZA Y OTROS 11-3

11.3 CONCLUSIONES 11-5

11 CAPÍTULO 11: ANTECEDENTES DE NEGOCIACIÓN Y ACUERDOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACION AMBIENTAL CON INTERESADOS

La Ley N° 20.417 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia publicada en el diario oficial el 26 de enero de 2010, señala la incorporación del siguiente artículo 13 bis a la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente: "Artículo 13 bis.- Los proponentes deberán informar a la autoridad ambiental si han establecido, antes o durante el proceso de evaluación, negociaciones con los interesados con el objeto de acordar medidas de compensación o mitigación ambiental. En el evento de existir tales acuerdos, éstos no serán vinculantes para la calificación ambiental del proyecto o actividad."

Al efecto, previo a establecer las medidas anteriores y al ingreso del ingreso del proyecto al SEIA, se desarrollaron presentaciones y negociaciones con los interesados, las cuales se encuentran consensuadas y plasmadas en acuerdos, según se describe a continuación.

11.1 ACUERDOS, COMPROMISOS Y NEGOCIACIONES FINALIZADAS CON INTERESADOS

A partir de las actividades de presentación del proyecto y consultas iniciadas con encuentros sostenidos entre los días 27 y 31 de marzo de 2010 y que luego continuaron con reuniones con los representantes de la comunidad interesada en diversas instanacias durante el transcurso del año 2010; se encuentran los siguientes acuerdos:

En el taller realizado con la Comunidad Mauque Puchuldiza, el día sábado 27 de marzo de 2010 en la ciudad de Alto Hospicio, se tomaron los siguientes acuerdos y/o compromisos:

- Celso Castro Presidente de la Comunidad Mauque Puchuldiza, queda como representante principal ante GGE.
- GGE debe proveer al representante de la comunidad la presentación power point del taller, con el objetivo que se tengan disponible los datos de la geotermia y del proyecto.
- GGE considerará la posibilidad de instalar el campamento en Mauque.
- La negociación que se realice debe ser como comunidad, no con propietarios individuales.
- GGE debe facilitar la información acerca de las concesiones presentes en la zona de Puchuldiza.
- GGE informará acerca de las fechas de los trabajos y la cantidad de personas que van a estar en la zona en los próximos días.
- Coordinar en conjunto una visita al área de concesión de la empresa.
- La comunidad evaluará y aprobará el cierre de los pozos, en el caso de que la empresa no encuentre el recurso necesario para construir una planta.
- Si se realizan más de cuatro pozos, GGE debe informar de inmediato a la comunidad.
- Si hubiese algún ganado fallecido accidentalmente, GGE debe devolverlo en dinero.
- Incorporar a la comunidad Mauque Puchuldiza en la fiscalización de los trabajos de GGE.

Por su parte en el taller realizado con el grupo de los tour operadores y los organismos de gobierno el día lunes 29 de marzo de 2010 en la ciudad de Iquique, se acordaron los siguientes compromisos:

- GGE debe enviar el plano con los límites de la concesión, a fin de determinar que no hay áreas dentro del Parque Isluga.
- Coordinar en conjunto una visita a la zona de concesión con los geólogos de la empresa.
- Incluir a los tour operadores en el diseño de la arquitectura de la posible planta de producción (no contemplada en el actual EIA).

En relación al taller llevado a cabo el 30 de marzo en Colchane, con los dirigentes sociales y la comunidad general de la misma comuna, se tomaron los siguientes compromisos:

- GGE se compromete a trabajar en conjunto con la comunidad, fortaleciendo un dialogo y comunicación permanente. Se espera de esta forma poder compatibilizar los intereses de la empresa con los de la comunidad local.
- La empresa enviará a los representantes del taller la fotocopia del diario oficial en donde se describe la concesión.
- GGE mantendrá informada a la comunidad sobre los resultados de los estudios de exploración.

Por último en el taller realizado en Colchane con el concejo municipal y dirigentes sociales, se acordaron los siguientes compromisos:

- GGE se compromete a tener una relación permanente con la comunidad, basada en un diálogo la transparente y confiable, con el fin de que ambas parte puedan obtener beneficios del proyecto.
- Posibilidad de realizar mesas de trabajo con las personas de la comuna de Colchane y el Concejo Municipal

Con el fin de cumplir con estos compromisos, la empresa realizó una visita a la zona durante el mes de abril de 2010, en donde se hizo entrega de la información comprometida en diferentes mesas de trabajo.

Con la comunidad ampliada de Colchane, se realizó una mesa de trabajo en la sede de la Unión Comunal de Colchane. Asistieron 11 personas, entre ellos, Toribio Mamani, Soledad Carvajal, Jacinto Castro, Santiago Choque, Jorge Muñoz y Carlo Rojas, estos dos últimos profesionales de Servicio País.

El principal motivo fue dar continuidad a las relaciones con la comunidad y, en forma especial, entregar una respuesta formal a diversas consultas específicas surgidas en el Taller de Participación Ciudadana Temprana, desarrollado a fin de marzo de 2010.

Los asistentes recibieron:
- Respuesta por escrito a 6 preguntas que quedaron en el acta de la sesión del 30 de marzo de 2010.
- Mapa detallado de la zona de concesión de Puchuldiza.
- Fechas y precisiones de los trabajos de prospección en la zona durante abril y mayo.
- Objetivos y planteamientos para un trabajo en conjunto a desarrollar en futuro inmediato.

Uno de los objetivos principales de esta mesa de trabajo, fue acordar en conjunto con la comunidad presente, un área de inversión social, en donde conjuntamente se pueda elaborar algún proyecto de desarrollo. En esa instancia se consensuó que el tema a trabajar sería el turismo, para ello las personas participantes junto con el apoyo de los encargados de Servicio País, elaborarán una propuesta con líneas de acción a desarrollar, ésta debe ser presentada durante los próximos meses, para definir los próximos pasos en conjunto con GGE.

Durante el mes de julio de 2010, El Titular sostuvo reuniones con el Alcalde de la comuna de Colchane, con el objetivo de visualizar mecanismos de trabajo en conjunto. Anterior a esta reunión, GGE envió una carpeta con todos los antecedentes del proyecto, información de la geotermia, y una carta de compromiso de la empresa (ver anexo) al Alcalde y los concejales de dicha Municipalidad.

11.2 AUTORIZACIÓN Y CONTRATO DE PROMESA DE SERVIDUMBRES PARA EXPLOTACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA ENTRE GGE CHILE SPA Y COMUNIDAD INDÍGENA AYMARA MAUQUE PUCHULDIZA Y OTROS

A partir de las presentaciones, reuniones y acuerdos suscritos, GGE Chile SpA como titular de la Concesión de Exploración de Energía Geotérmica denominada “Puchuldiza Sur 2”, ha acordado la suscripción de una autorización y contrato de promesa de servidumbre para explotación de energía geotérmica por la Comunidad Indígena Aymara Mauque Puchuldiza y otros; la que respecto de medidas de mitigación y compensación ambiental establece lo siguiente:

A. En lo general

- **Inmuebles:** La Comunidad y los Comuneros son exclusivos dueños de los inmuebles, los cuales se encuentran ubicada la extensión territorial cubierta por la Concesión y que son de interés de GGE.

- **Derechos de aprovechamiento de aguas:** La Comunidad y los Comuneros son dueños exclusivos de los derechos de aprovechamiento de aguas (derechos de aguas superficiales y corriente de uso consuntivo, de ejercicio permanente y discontinuo), que se encuentren ubicados en parte de la extensión territorial cubierta por la Concesión y que son de interés de GGE.

- **Autorización para el desarrollo de las labores de exploración:** La Comunidad y los Comuneros autorizan a GGE para que ésta ingrese a los Inmuebles y realice las labores propias de la exploración del recurso energético en el "Área de Interés", en las condiciones, con las limitaciones y por el plazo indicado en el contrato. Esta autorización de ingreso incluye, entre otros, el derecho de GGE a transitar por los caminos existentes, desde y hacia el Área de Interés, realizar trabajos de geofísica, registros de actividad magneto-telúrica, de gravedad, de electricidad y sísmicos, entre otros; realizar toma de muestras de manifestaciones geotermales, realizar mapeos geológicos de superficie, muestreos geoquímicos de superficie y sondajes exploratorios mediante perforaciones.

- GGE se obliga a restaurar los daños causados a consecuencia de las actividades de exploración antes referidas que afecten el paisaje, al medio ambiente y/o los recursos naturales del lugar. De no ser posible su restauración, procederá a compensarse el referido daño, según lo que determine un profesional especialista en materias medioambientales y/o recursos naturales, designado de común acuerdo por GGE y por el Presidente del Directorio de la Comunidad y cuyos honorarios deberán ser pagados íntegramente por GGE.

B. En lo referido al Proyecto de Exploración

- **Área de Exploración:** La exploración de la Concesión se realizará exclusivamente en las Áreas de Interés y dará derecho a GGE a utilizar las Aguas de dicha área.

- **Dotación de Personal, Equipos y Maquinaria**: GGE mantendrá informada a la Comunidad y los Comuneros de las actividades que realice en el Área de Interés, en especial de los trabajadores que emplea en la exploración y de los equipos que destine al efecto.

- **Sondajes:** Todas las labores de exploración con sondaje se limitarán en número y alcance a los necesarios para acrecentar y mejorar la información existente, con el menor impacto posible.

- **Disposición de Residuos:** GGE se obliga a mantener los lugares de trabajo limpios y libres de todo tipo de desechos. GGE se hace responsable de cualquier daño que se produzca en los Inmuebles y de cualquier contaminación de suelos y aguas proveniente y que sea imputable a la actividad desarrollada por ella al interior de los Inmuebles.

- **Uso de Caminos**: GGE podrá usar los caminos existentes en los Inmuebles que sirvan de acceso al Área de Interés. GGE se obliga a dejar todos los caminos e infraestructura vial tales como puentes, pasos libres, tranqueras, etc., en idéntico estado de conservación y funcionamiento. En el evento que GGE requiera construir nuevos caminos ésta deberá hacerlo previa presentación y aprobación del proyecto por parte del Directorio de la Comunidad, considerando el trayecto que mejor satisfaga las necesidades de ambas partes. Asimismo, la construcción de éstos será de costo y cargo de GGE. GGE no podrá solicitar a autoridad alguna que se declaren como caminos públicos las vías a que se refiere la presente cláusula.

- **Alteraciones de Superficie y Suelo:** GGE se obliga a no alterar la morfología del terreno de los Inmuebles, obligándose a restaurar las capas removidas con motivo de las actividades de sondajes y movimiento de tierra que ejecute en el Área de Interés de los Inmuebles.

- **Inspección:** la Comunidad y los Comuneros podrán inspeccionar en cualquier tiempo las actividades de exploración que se realicen en su Inmueble y el cumplimiento de las obligaciones y limitaciones establecidas, para lo cual GGE se obliga a entregar todas las facilidades a la Comunidad y los Comuneros.

- **Extracción de Aguas.** GGE podrá utilizar las Aguas de interés, que requiera su personal, maquinarias y equipos, en una cantidad de hasta 3 litros por segundo en forma permanente durante las 24 horas del día, o hasta un máximo de 100 metros cúbicos día, en la medida que sean indispensables para las actividades señaladas en la cláusula anterior. Asimismo, se deja constancia que en la eventualidad de que GGE tenga eventos de pérdidas de flujo en sondajes de perforación, podrá requerir un aumento significativo de dicho recurso, el cual sólo se circunscribirá exclusivamente a los días en que dicho evento lo requiera.

- **Deber de Abstención:** La Comunidad y los Comuneros se abstendrán de realizar cualquier actividad que afecte o entorpezca la explotación y, en caso que se constituyan las Servidumbres, la explotación a que se refiere el presente instrumento. Este deber afecta la zona que quedará comprendida por la Planta de GGE. Sin perjuicio de lo anterior, se acuerda desde ya que la Comunidad y los Comuneros podrán realizar en los Inmuebles las actividades agrícolas, forestales, ganaderas u otras en la medida que no entorpezca la exploración y/o explotación de GGE.

C. Otros

- **Mesa de trabajo:** Las partes mantendrán una mesa de trabajo bipartita integrada por la directiva de la Comunidad y por dos representantes de GGE, cuya finalidad será dar solución amigable a las discrepancias que se pudieren suscitar en la aplicación del presente convenio y/o en la ejecución del proyecto geotérmico, y canalizar las inquietudes de la Comunidad y, por su intermedio, de los comuneros y de la empresa, y el intercambio de información entre las partes. Esta mesa de trabajo tendrá como una de sus funciones fundamentales tratar cualquier daño que GGE y sus contratistas pudieran ocasionar al territorio o a los recursos de la Comunidad, propendiendo a dar pronta solución y compensación de los mismos. La mesa de trabajo se reunirá a petición de una de las partes, previa convocatoria con a lo menos 15 días de anticipación y con señalamiento de las materias a tratar, sin perjuicio del cronograma de reuniones que puedan acordar. Los miembros de esta mesa de trabajo actuarán en todo momento de buena fe, desplegando siempre sus mejores esfuerzos para alcanzar un entendimiento entre las partes y procurando evitar cualquier tipo de

conflicto. La mesa de trabajo se reunirá a lo menos cada 90 días, en la ciudad de Iquique. Las decisiones se adoptarán de común acuerdo por ambas partes.

- **Aporte de GGE al financiamiento de actividades de interés de la comunidad:** Sin perjuicio de las indemnizaciones y compensaciones que GGE se obliga a efectuar en virtud del presente contrato, GGE, en forma absolutamente voluntaria, realizará un aporte anual a la Comunidad para el financiamiento de actividades de interés de ésta, que tengan relación con la educación, la cultura o el turismo u otras semejantes. Estos dineros serán entregados por la empresa, a partir del primer año de explotación comercial de la planta geotérmica, al Presidente de la Comunidad o a quien lo represente o suceda, dentro de los dos primeros meses de cada año, previa remisión a GGE de un informe en que se detalle de manera pormenorizada la forma en que se invertirán tales recursos y las actividades a las cuales se destinen. La Comunidad y los comuneros se obligan a no destinar este aporte a fines distintos de aquellos señalados en el respectivo informe anual. En todo caso, la Comunidad y los comuneros eximen en forma expresa a GGE de cualquier responsabilidad derivada del mal uso de estos recursos por parte de la Comunidad y/o de uno o más miembros de la Comunidad. GGE podrá en cualquier momento pedir cuenta a la Comunidad de la forma en que se ha invertido el aporte dispuesto en la presente cláusula.

- **Declaración de GGE:** Durante todas las etapas del proceso de exploración, desarrollo y posterior explotación comercial, GGE procurará emplear, en los trabajos derivados o relacionados a sus faenas, en forma directa o a través de terceros, a los miembros de la Comunidad Mauque-Puchuldiza, en la medida que los requerimientos y disponibilidades de tales faenas así lo permitan y siempre que los comuneros cumplan con las características, habilidades y competencias necesarias para desempeñarse en tales labores. Asimismo, GGE procurará que la provisión de servicios básicos tales como alojamiento, alimentación y otros similares, sea entregada o proporcionada por miembros de la Comunidad, en función de requerimientos técnicos, operacionales y disponibilidad de tales servicios.

- **Comunicaciones:** Las partes dejan expresa constancia que cualquier comunicación, aviso o notificación que de acuerdo al presente instrumento GGE deba realizar a la Comunidad y/o a los Comuneros, se entenderá válidamente practicada al Presidente del Directorio de la Comunidad, don Celso Castro Vílches, o a quien legalmente lo suceda, salvo mención expresa en contrario.

11.3 CONCLUSIONES

El proceso de negociaciones con la comunidad, estuvo basado en la toma de acuerdos y compromisos realizados desde los Talleres de Participación Ciudadana Temprana. En general, la toma de compromisos estuvo relacionada con el propósito de mantener una relación en el tiempo entre ambas partes que incluyera posteriores etapas de desarrollo. Tanto la comunidad como GGE están interesados en generar vínculos basados en la confianza y la transparencia y en donde exista un compromiso real de realizar trabajos en conjunto.

En este contexto, la comunicación es un aspecto relevante en la relación que se ha establecido entre GGE y La Comunidad, donde esta exige estar permanentemente informada de los pasos y actividades de la empresa y ésta se ha comprometido a comunicar todas sus acciones a los dirigentes comunales. En este sentido, el programa de relaciones con la comunidad que ha establecido la empresa, está alineado con los compromisos asumidos, principalmente con la comunicación y el trabajo en conjunto, donde GGE se ha comprometido en desarrollar una política real de buen vecino y en un aporte para el desarrollo de la Comunidad de Mauque Puchuldiza.

ANEXO CAPITULO 5.3.4 - A
LINEA BASE: GEOLOGÍA - HIDROQUÍMICA
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

DATOS HIDROQUÍMICOS

Tabla Nº1
Datos Hidroquímicos Totales de Aguas Superficiales y Termales
Periodo Diciembre 2009 – Enero 2010

ID. FINAL	UTM E	UTM Norte	Zona	Temp Terr	pH Lab	Cond Lab	Al	As	Ba	Be	B	Bi	Cd	Cn
	(m)	(m)		(ºC)		(µS)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
E1	500,804	7.855.691	VERTIENTE	20,5	8,3	86	0,002	0,008	<.01	<.01	0,44		<.002	<.05
E2	502,263	7.854.265	ESTERO	39,6	7,7	7780	<0.01	9,32	0,10	<.01	45,3		0,144	<.05
E3	503,026	7.853.733	VERTIENTE	24,6	8,2	7180	<0.01	8,09	0,06	<.01	39,8		0,125	<.05
E4	503,872	7.853.336	ESTERO	26,8	8,1	7290	<0.01	9,20	0,05	<.01	44,9		0,144	<.05
E5	504,382	7.854.113	ESTERO	21,5	8,3	7700	<0.01	8,16	0,04	<.01	39,1		0,134	<.05
E6	505,905	7.855.048	ESTERO	24,2	8,8	7530	<0.01	8,77	0,05	<.01	39,3		0,160	<.05
PU-1	504504	7854160	POZA TERMAL	80	7,8	7660	0,316	10	0,206	<0.025	67,9	<0.025	<0.0025	
PU-2B	504408	7.853.700	POZA TERMAL	78	7,8	9090	0,226	11,2	0,183	<0.025	80,2	<0.025	<0.0025	
PU-3	504,359	7.853.600	POZA TERMAL	82	7,9	8920	0,161	11,8	0,185	<0.025	84,1	<0.025	<0.0025	
PU-4	504,202	7.853.477	POZA TERMAL	70	7,5	8330	<0.20	13,9	0,267	<0.050	85,7	<0.020	0,033	
PU-5	503800	7.853.469	POZA TERMAL	82	7,9	8460	0,099	11,4	0,147	<0.025	83,4	<0.025	<0.0025	
PU-6	503,406	7.853.533	POZA TERMAL	86	7,86	7970	0,102	10,9	0,154	<0.025	79,6	<0.025	<0.0025	
PU-18A	503801	7.853.406	POZA TERMAL	79	6,89	7990	0,127	10,9	0,176	<0.025	76,4	<0.025	<0.0025	
PU-23	504310	7.853.086	POZA TERMAL	86	7,78	8060	0,147	10,3	0,29	<0.025	75,3	<0.025	<0.0025	
PU-26	503862	7.852.144	VERTIENTE	20	7,14	124	0,45	0,00628	0,0126	<0.00050	0,38	<0.00050	<0.00050	
PU-31	504,076	7.853.676	POZA TERMAL	84	8,38	8080	0,188	10,8	0,185	<0.025	74,3	<0.0025	<0.00025	
PU-32	504,189	7.853.868	POZA TERMAL	80	7,67	8320	<0.20	13,1	0,163	<0.050	83,4	<0.20	0,0023	
PU-35	504,342	7.854.050	POZA TERMAL	66	7,37	7260	0,128	10,7	0,189	<0.025	66,8	0,0025	<0.0025	
NCh1333					5.5 - 9.0	<750	5	0,1	4	0,1	0,75		0,01	0,2

ID. FINAL	Cl	Co	Cu	Cr	F	Fe	Li	Mn	Hg	M0	Ni	Ag	Pb	Se
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
E1	1,81	<.01	<.01	<.01	<.01	<.03	0,05	<.01	<.001	<.01	<.01	<.01	0,008	<.004
E2	2236,5	<.01	<.01	<.01	<.01	<.03	9,81	0,03	<.001	<.01	<.01	<.01	0,051	<.004
E3	2415,3	<.01	<.01	<.01	0,2	<.03	8,86	0,01	<.001	<.01	<.01	<.01	0,061	<.004
E4	2343,9	<.01	<.01	<.01	0,2	<.03	9,86	0,01	<.001	<.01	<.01	<.01	0,050	<.004
E5	2296,4	<.01	<.01	<.01	0,3	0,07	8,78	<.01	<.001	<.01	<.01	<.01	0,047	<.004
E6	2396,1	<.01	<.01	<.01	0,3	<.03	9,35	<.01	<.001	<.01	<.01	<.01	0,051	<.004
PU-1	2380	<0.0050	<.0050	<0.025	2,5	0,05	10,4	0,175		0,0027	<.025	<0.00050	0,004	<0.050
PU-2B	2822	<0.0050	<0.0050	<0.025	4,1	0,085	12,1	0,015		0,0035	<.025	<0.00050	0,0042	0,054
PU-3	2773	<0.0050	0,0054	<0.025	3,3	0,034	12,2	0,0031		0,0033	<.025	<0.00050	0,0047	0,067
PU-4	2650	<0.010	<0.010	<0.010	3	<0.030	11,0	0,101		<.030	<0.50	<0.010	<0.050	<0.20
PU-5	2576	<0.0050	<0.0050	<0.025	2,7	<0.030	12,7	0,218		0,0027	<0.025	<0.00050	0,0048	0,068
PU-6	2517	<0.0050	<0.0050	<0.025	2,4	0,256	11,3	0,396		0,0026	<0.025	<0.00050	0,0063	0,062
PU-18A	2458	<0.0050	<0.0050	<0.025	3	1,62	11,2	0,268		<0.0025	<0.025	<0.00050	0,007	0,06
PU-23	2488	<0.0050	<0.0050	<0.025	2,6	0,208	11,5	0,363		<0.0025	<0.025	<0.010	0,0138	0,073
PU-26	<10	0,0007	0,0029	0,0008	0,2	0,55	<0.0050	0,0472		0,00286	0,0012	<0.00010	0,00044	<0.0010
PU-31	2380	<0.0050	<0.0050	<0.025	2,9	0,344	11	0,202		0,0036	<0.0025	<0.00050	0,0042	<0.050
PU-32	2488	<0.010	<0.010	<0.010	2,8	<0.030	10,5	0,192		<0.030	<0.050	<0.010	<0.050	<0.20
PU-35	2380	<0.050	<0.0050	<0.025	2	0,131	10	0,16		0,0093	<0.025	<0.00050	0,0044	<0.050
NCh1333	200	0,05	0,2	0,1	1	5	2,5	0,2	0,001	0,01	0,2	0,2	5	0,02

ID. FINAL	Sb	Sodio	Na	Ca	K	Mg	HCO3	Sulfato	Silice Total	Va	Zn	RAS	Oxigeno Disuelto	Alcalinidad Total
	(mg/l)	%	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)
E1		29,2	8,32	8,52	10,2	2,3	59,7	9,9		<.01	<.01	0,65	7,7	49
E2		84,3	1528	78,4	298	10,6	297,6	100,8		<.01	<.01	42,9	8,12	244
E3		83,3	1728	135	313	4,14	318,4	84,4		<.01	<.01	39,9	8,35	261
E4		86,3	1640	62,2	29,7	3,6	268,4	85,3		<.01	<.01	54,6	8,24	220
E5		96,5	1704	33,1	21,3	5,72	272,1	88		<.01	<.01	71,9	8,22	223
E6		85,8	1554	74	280	2,99	267,2	187,9		<.01	<.01	48,1	8,01	219
PU-1	0,485		1280	47,2	165	1,86	231	176	189	<0.050	0,141			
PU-2B	0,752		1490	21,1	195	0,24	157	212	148	<0.050	0,108			
PU-3	0,883		1530	12,5	199	0,1	153	168	146	<0.050	0,147			
PU-4	0,99		1420	43,1	193	0,92	252	202	153	<0.030	0,0455			
PU-5	0,512		1460	54,6	169	1,31	258	201	154	<0.050	0,105			
PU-6	0,58		1370	45,1	148	1,31	211	172	173	<0.050	0,129			
PU-18A	0,182		1350	36,8	166	1,18	199	173	263	<0.050	0,144			
PU-23	0,379		1360	47,22	170	1,25	252	161	237	<0.050	0,236			
PU-26	0,0004		6,3	8,08	5,3	3,66	48	<20	230	0,019	0,0363			
PU-31	0,24		1280	46,1	165	1,17	252	180	43	<0.050	0,144			
PU-32	0,77		1350	47,7	161	1,59	260	220	198	<0.030	0,043			
PU-35	1,23		1240	34,7	145	1,45	66	187	242	<0.050	0,14			
NCh1333		35	NE	N.E	NE	NE	NE	250		0,1	2			

A continuación se muestran los gráficos de las aguas termales y vertientes:

Gráfico Nº 1
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-1

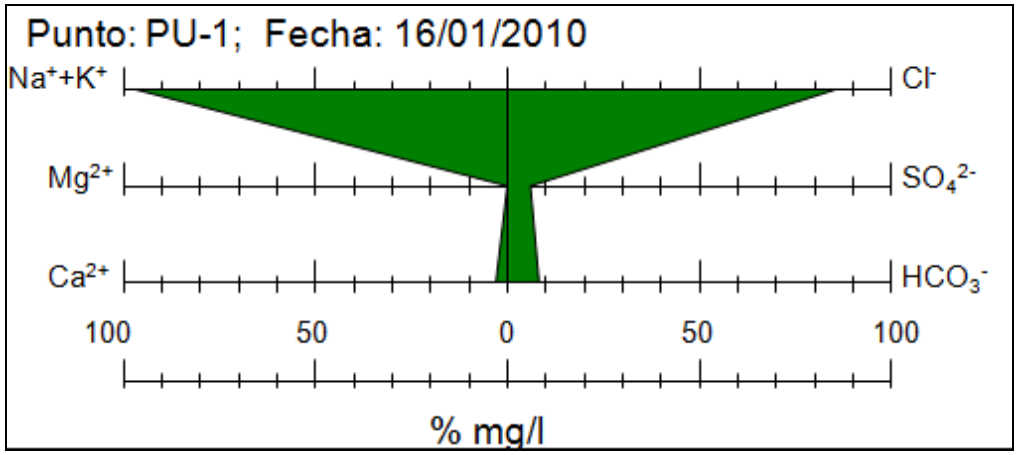


Gráfico Nº 2
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-02-B

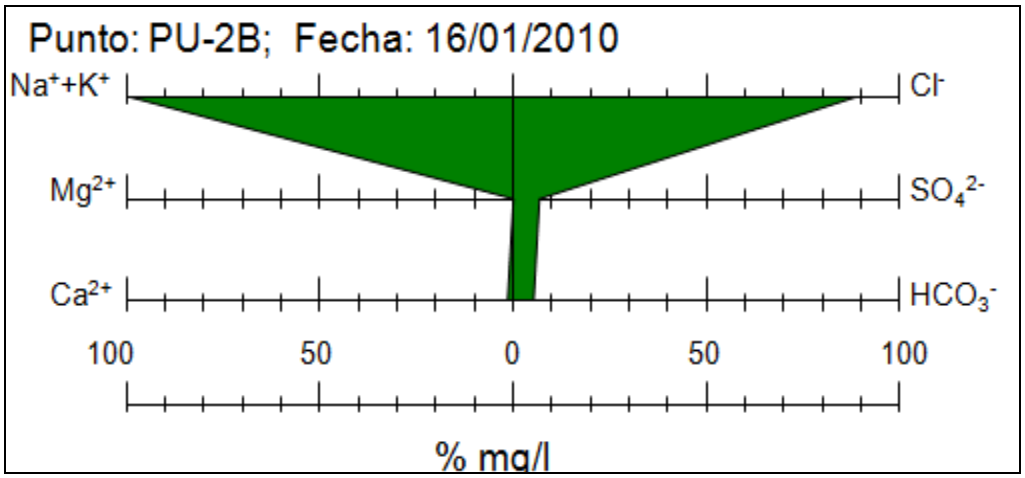


Gráfico Nº 3
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-03

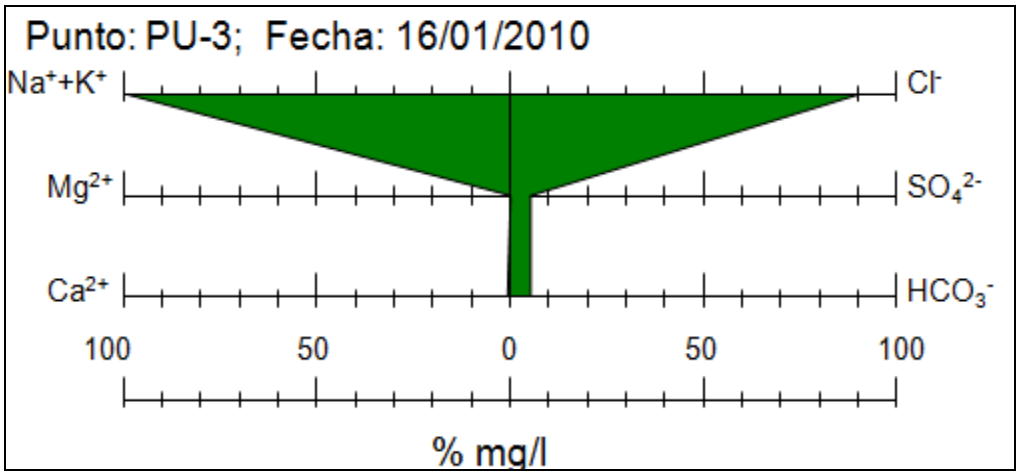


Gráfico Nº 4
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-04

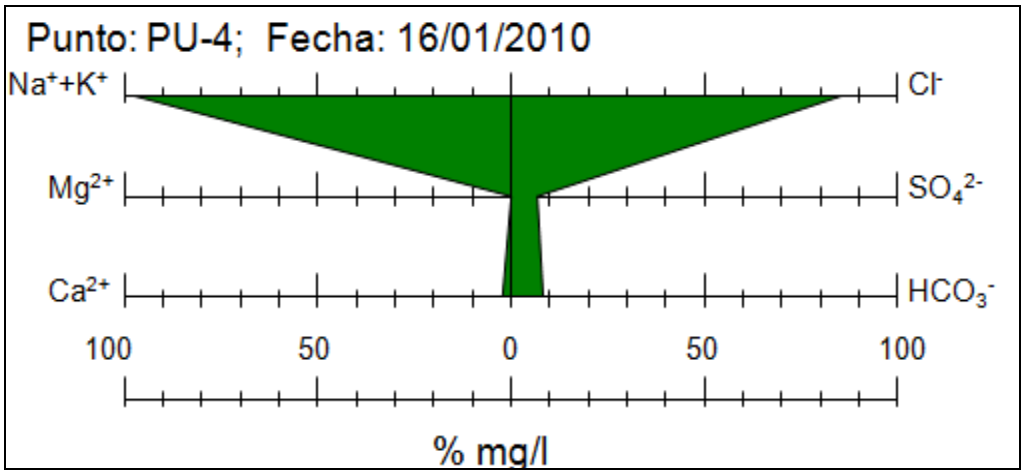


Gráfico Nº 5
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-05

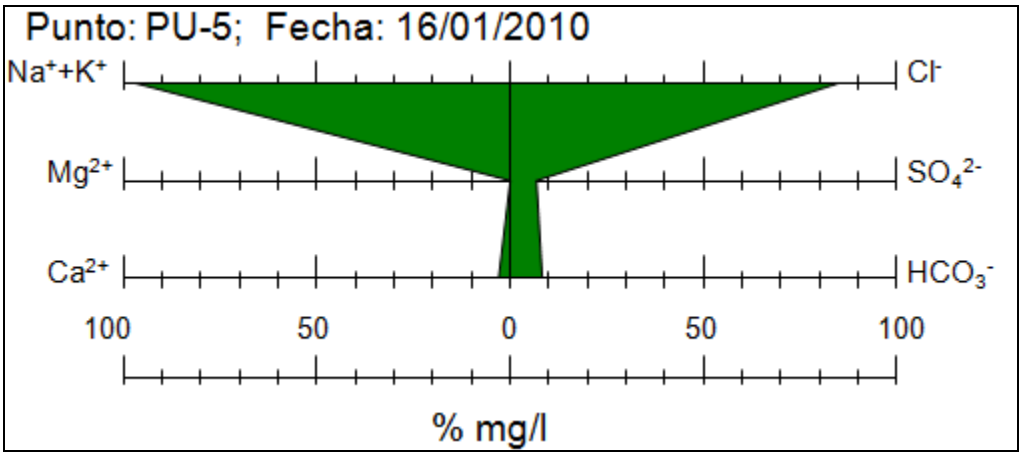


Gráfico Nº 6
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-06

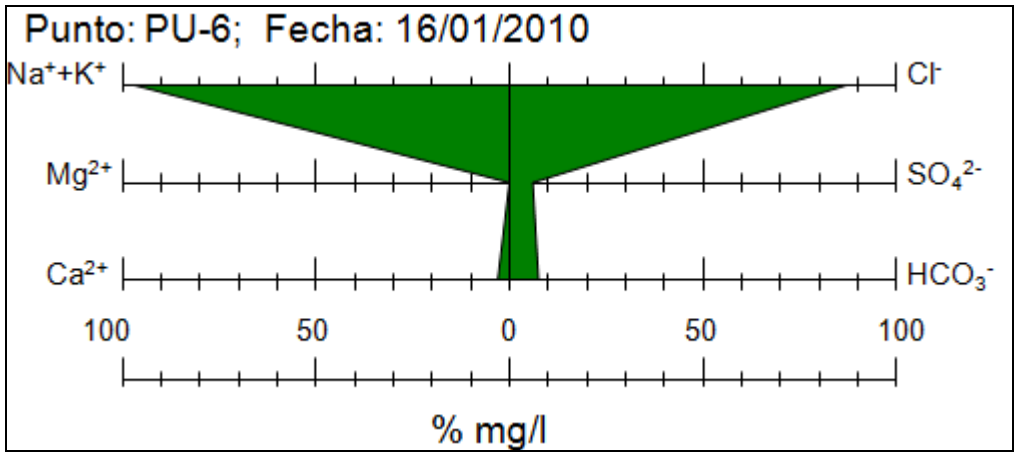


Gráfico Nº 7
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-18-A

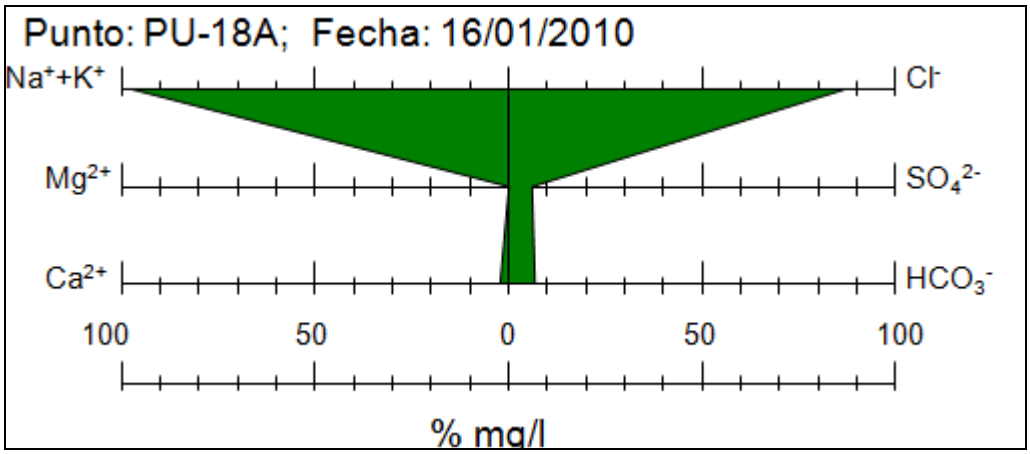


Gráfico Nº 8
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-23

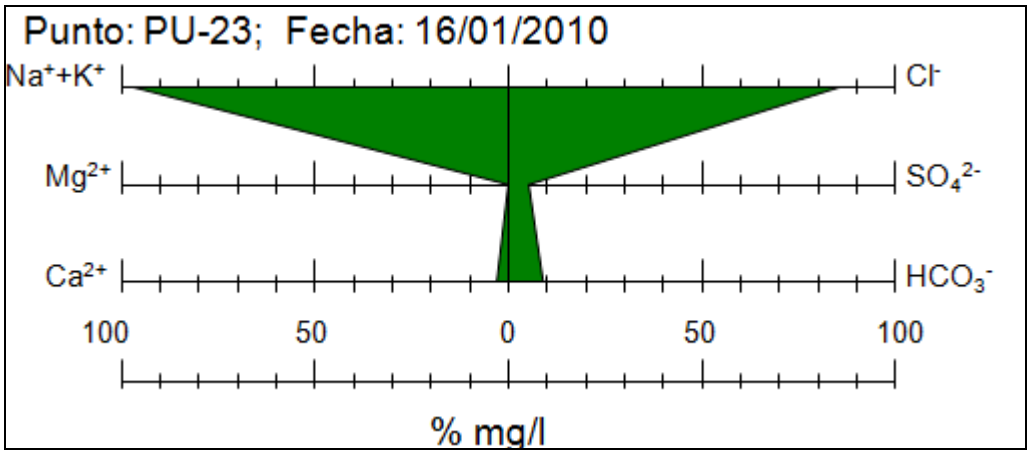


Gráfico Nº 9
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-31

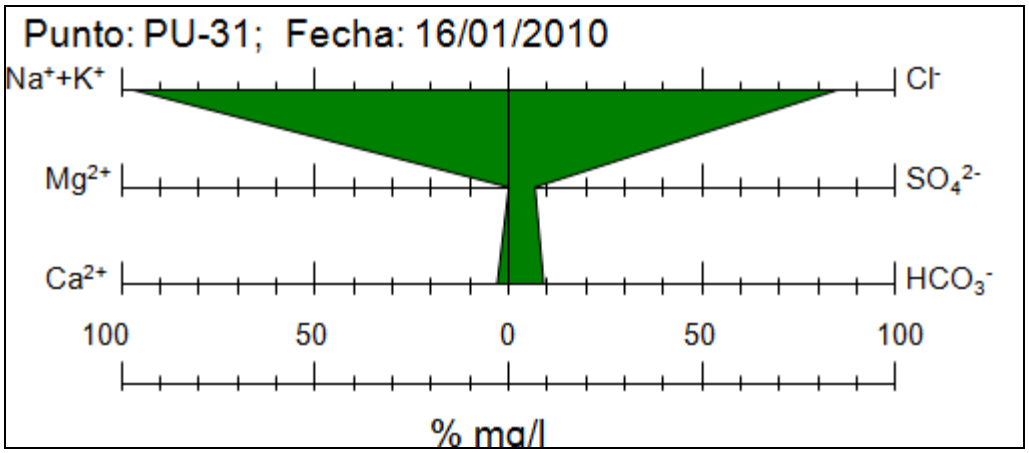


Gráfico Nº 10
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-32

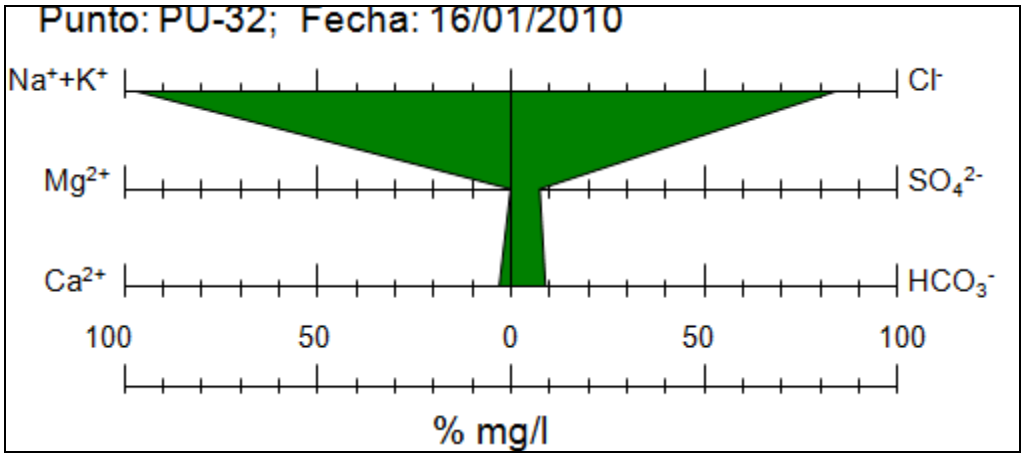


Gráfico Nº 11
Aguas Cloruradas Sódicas
Poza Termal PU-35

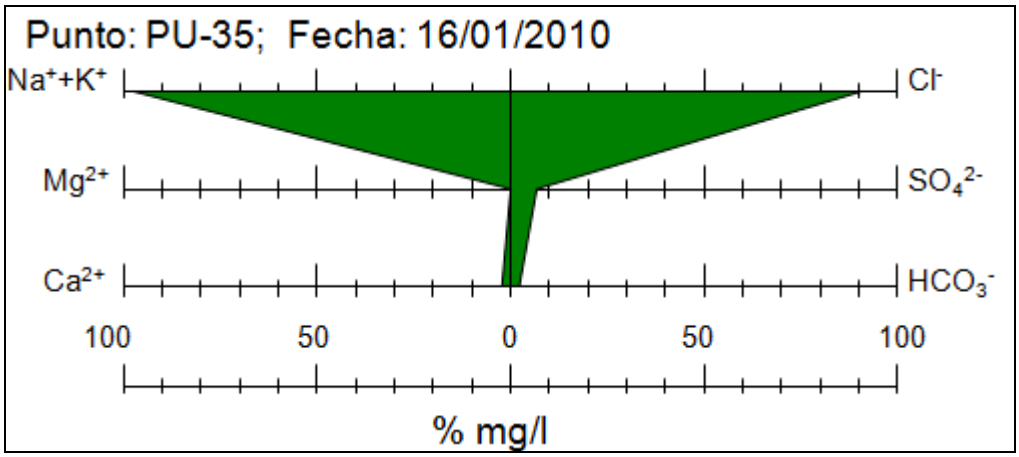
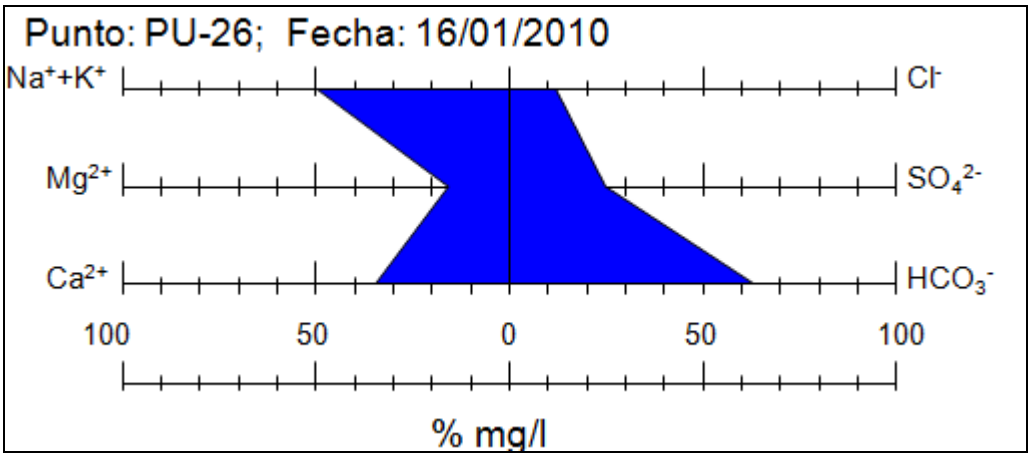


Gráfico Nº 12
Aguas Bicarbonatadas Sódicas
Poza Termal PU-26



ANEXO CAPITULO 5.3.7-A
LINEA BASE: HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

INFORME
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

MAYO 2010

ANEXO 5.3.7-A
LINEA BASE: HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA
I REGIÓN

INFORME
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

CONTENIDO

1 INTRODUCCION 2
2 OBJETIVOS 2
3 ALCANCES 12
4 REFERENCIAS 12
5 ESTUDIO HIDROLÓGICO 13
5.1 DEFINICIÓN DE CUENCA APORTANTE (AREA INFLUENCIA) 13
5.2 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES 14
5.3 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS APORTANTES 17
5.4 PLUVIOMETRÍA 20
5.5 ESCORRENTÍA 28
5.6 ANALISIS DE CAUDALES EXTREMOS 35

SUBANEXOS:

ANEXO 5.3.7-A 1 ESTADÍSTICAS BÁSICAS
ANEXO 5.3.7-A 2 CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ANEXO 5.3.7-A 3 CAUDALES MEDIOS DIARIOS E INSTANTÁNEOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS

1 INTRODUCCION

El presente estudio hidrológico corresponde a la determinación de los aspectos hidrológicos, como parte de la descripción del medio físico del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto denominado "Exploración Geotérmica Puchuldiza", ubicado en la I Región de Tarapacá, comuna de Colchane (ver Figuras Nº1 y Nº2)

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.
.
La zona de interés se encuentra ubicada en la cuenca del estero Puchuldiza, afluente de la Quebrada de Aroma (Figuras Nº1-a, N°2-a y N°2-b). Se realizará una descripción de las características hidrográficas y condiciones hidrológicas de las cuencas involucradas con el proyecto (Figuras Nº3 y Nº4).

La Quebrada de Aroma es un cauce endorreico que nace en la cordillera de Los Andes, con curso ondulante en dirección al poniente cruza el Parque Nacional Volcán Isluga, para luego, con dirección sur-poniente, desaparecer por completo en la Pampa del Tamarugal. En las Figuras N°2(a) y N°2(b) se muestra el desarrollo del cauce de la quebrada de Aroma y su afluente el estero Puchuldiza (base Google-earth y cartografía IGM 1:50.000, respectivamente).

Cabe destacar que en esta cuenca no existen estaciones de control fluviométrico, por lo que se debe recurrir a métodos indirectos de estimación de caudales, a través de fórmulas empíricas y/o transposición de caudales, sobre la base de la información estadística registrada en estaciones de control en ríos vecinos o cuencas controladas que presenten un régimen hidrológico similar.

2 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio hidrológico es definir el área de influencia del proyecto en su componente hidrológica y realizar una descripción detallada de la red hidrográfica y una completa caracterización de las cuencas, determinando las condiciones hidrológicas en términos de precipitaciones en la zona y su variación espacial, y la escorrentía superficial que puede generarse en los cauces más relevantes en el área de emplazamiento del proyecto (crecidas máximas, sequías, promedios mensuales y caudales medios anuales), incluyendo un análisis de frecuencias de los eventos extremos relevantes (crecidas que puedan impactar las obras o infraestructura, o sequías que signifiquen problemas de disponibilidad del recurso), y la definición de los aportes para una probabilidad de excedencia 85%, en los puntos de interés.

Figura Nº1
Detalle Ubicación General Quebrada de Aroma y Estero Puchuldiza

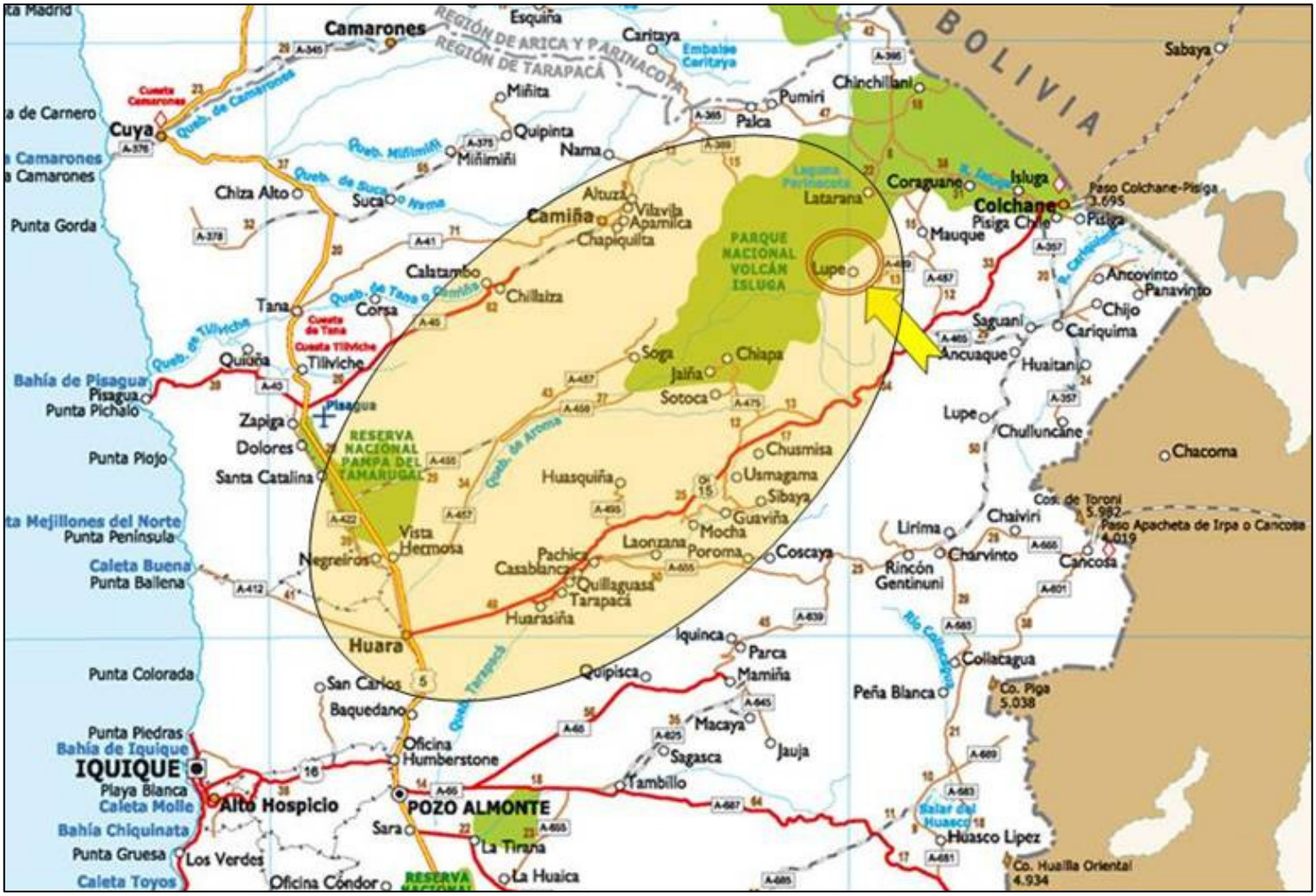


Figura Nº2 Plano de Ubicación - Proyecto Concesión Geotérmica Puchuldiza, I Región

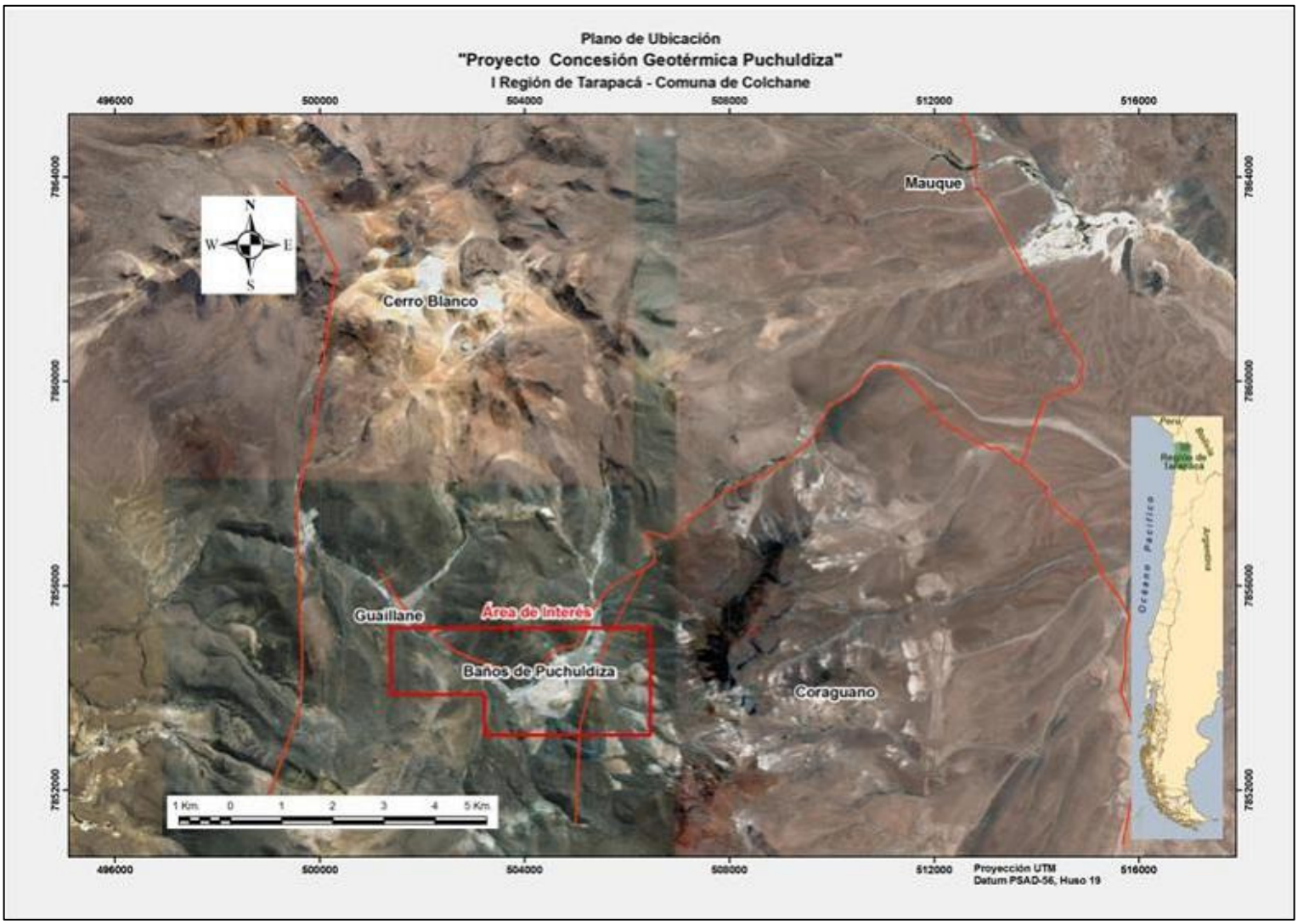


Figura Nº2(a) Cauce Quebrada de Aroma y su afluente Estero Puchuldiza (Base Google Earth)

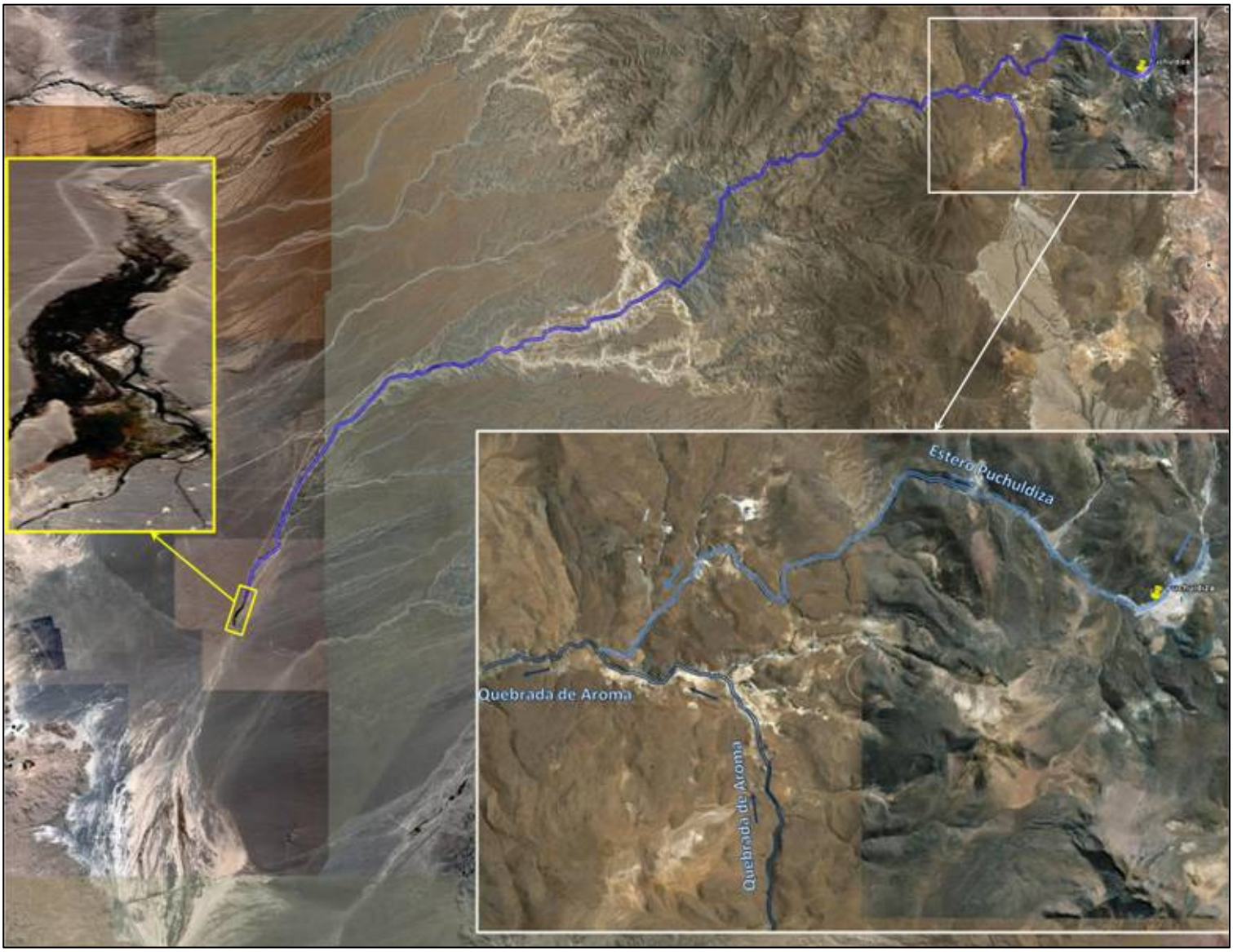


Figura Nº2(b) Ubicación Cauces Quebrada de Aromo y su Afluente Estero Puchuldiza
(Base Cartografía IGM 1:50.000)

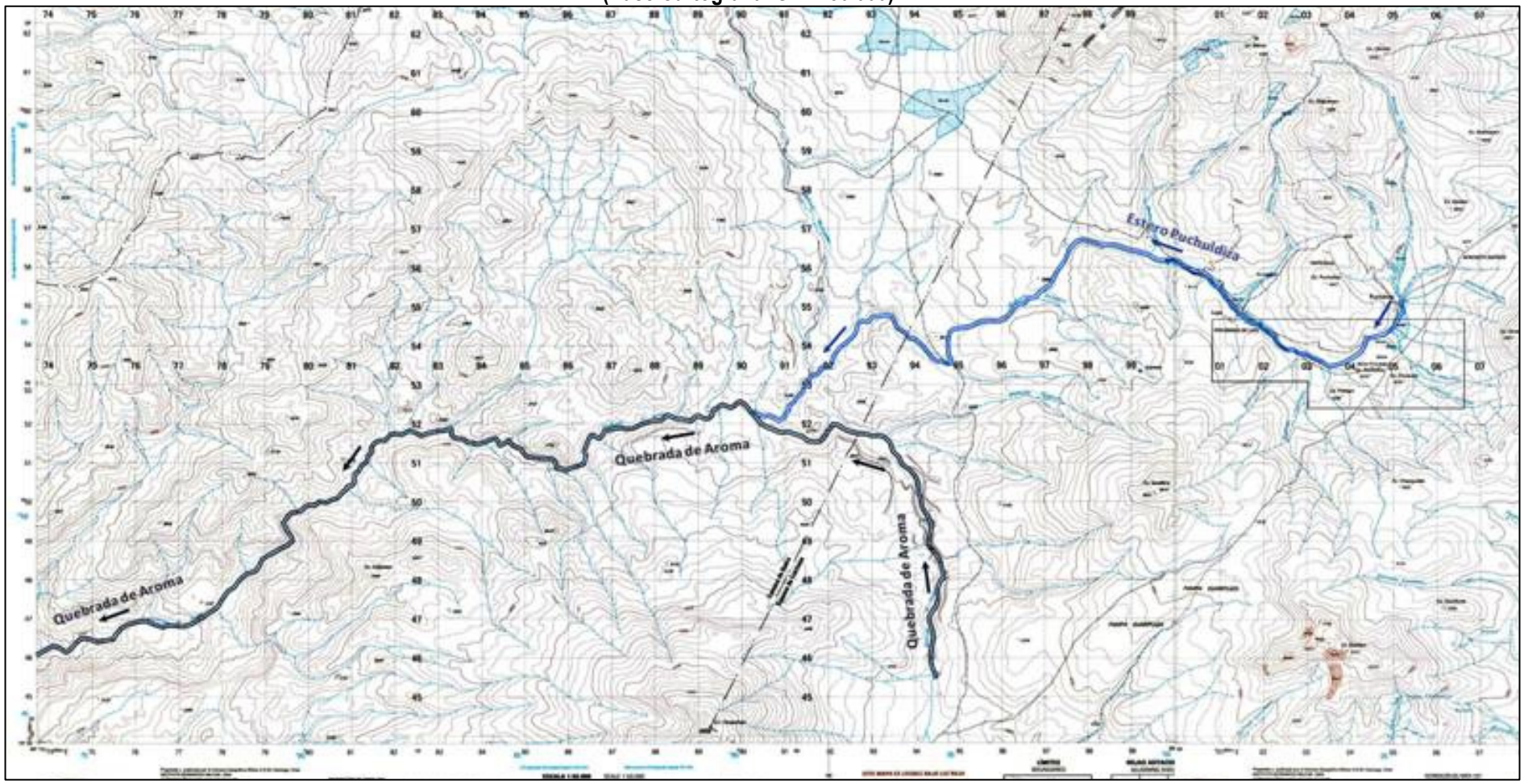


Figura Nº3 Delimitación Cuenca Aportante - Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá (Base Cartografía IGM 1:50.000)

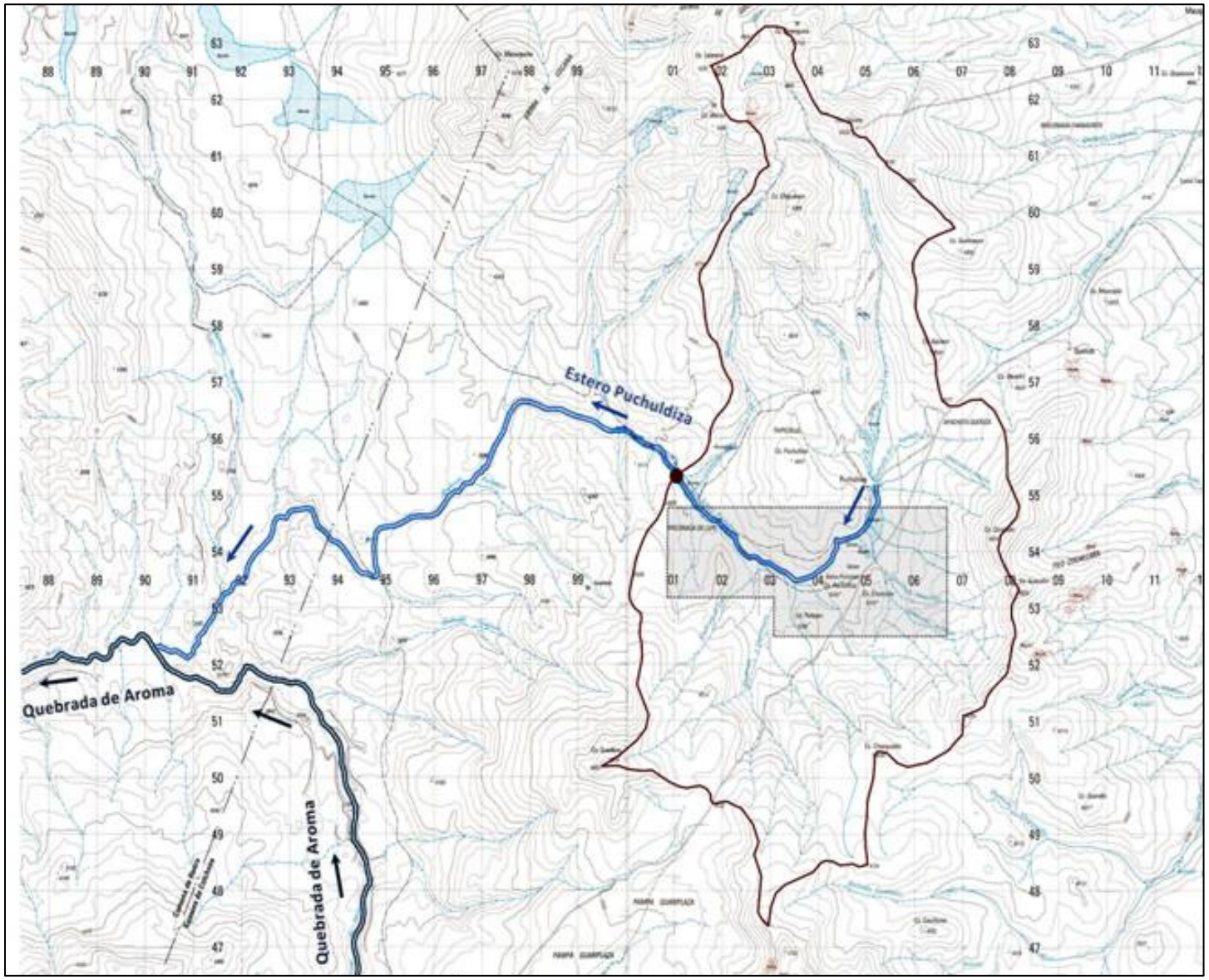


Figura Nº4 Cauces Principales y Delimitación de Subcuencas Aportantes (Base Cartografía IGM 1:50.000)
Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza, I Región de Tarapacá

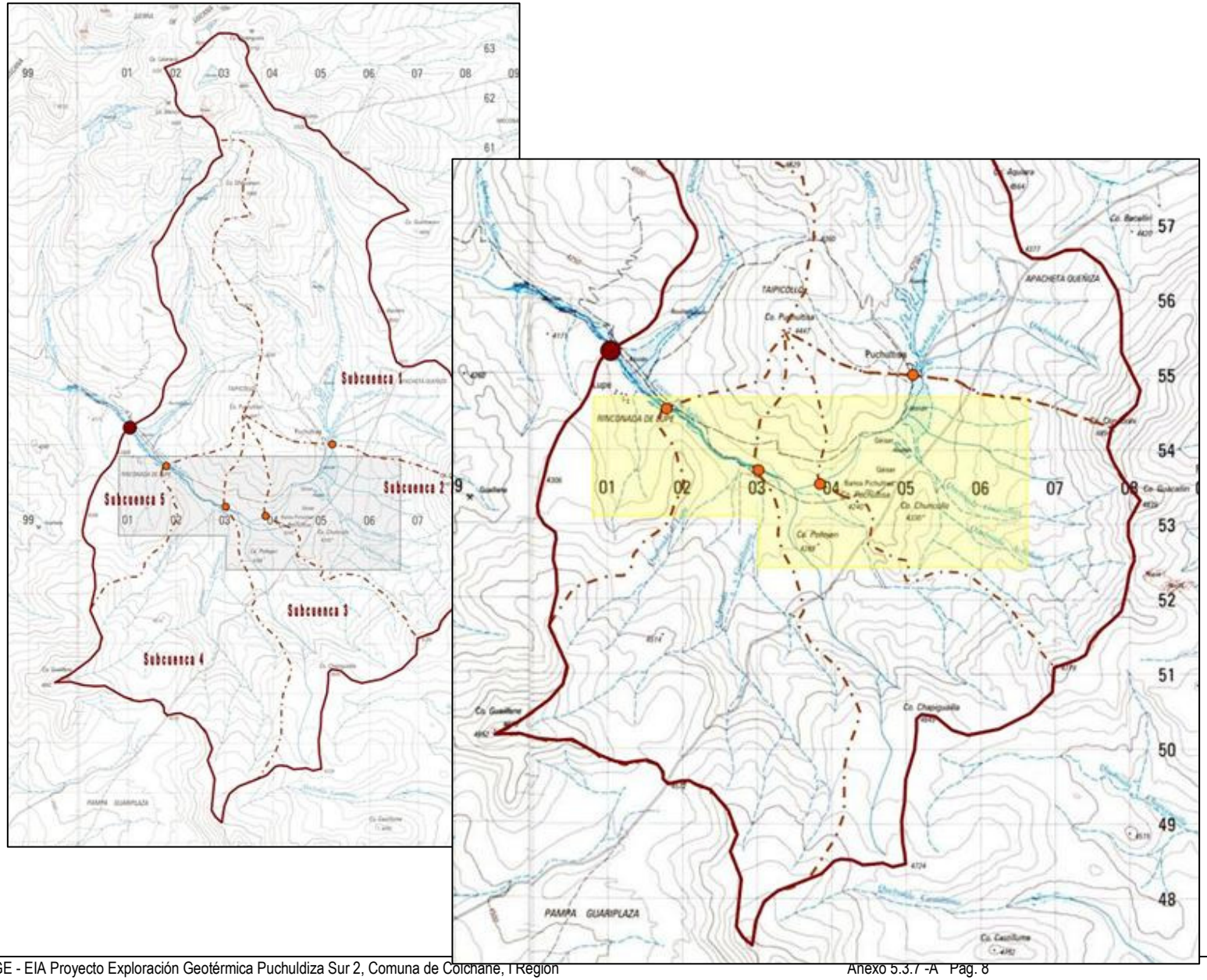


Figura Nº5 Ubicación Estaciones (Balance Hídrico, DGA 1987)

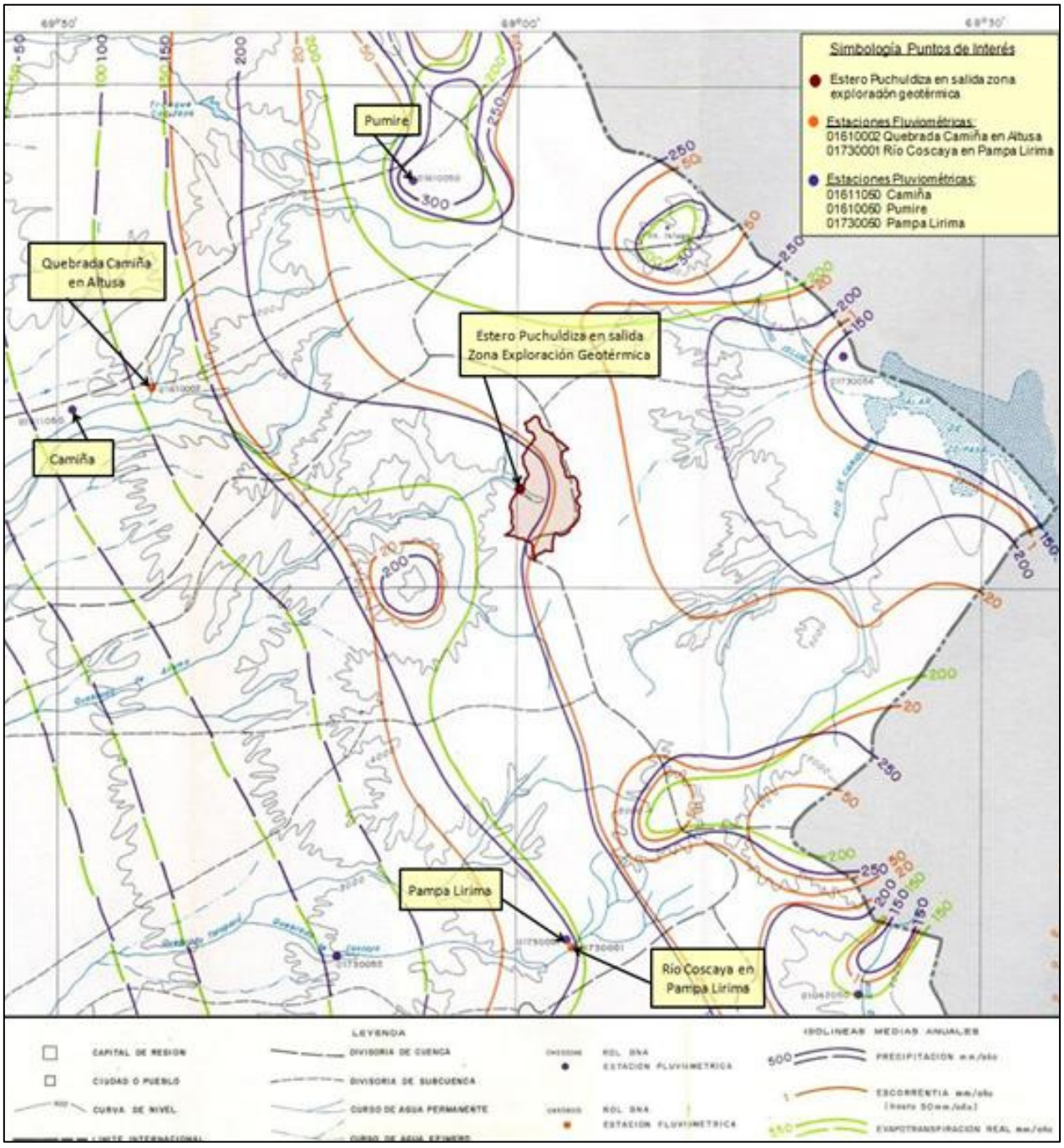


Figura Nº5(a) Detalle Ubicación Quebrada de Aroma y Estero Puchuldiza (Balance Hídrico, DGA 1987)

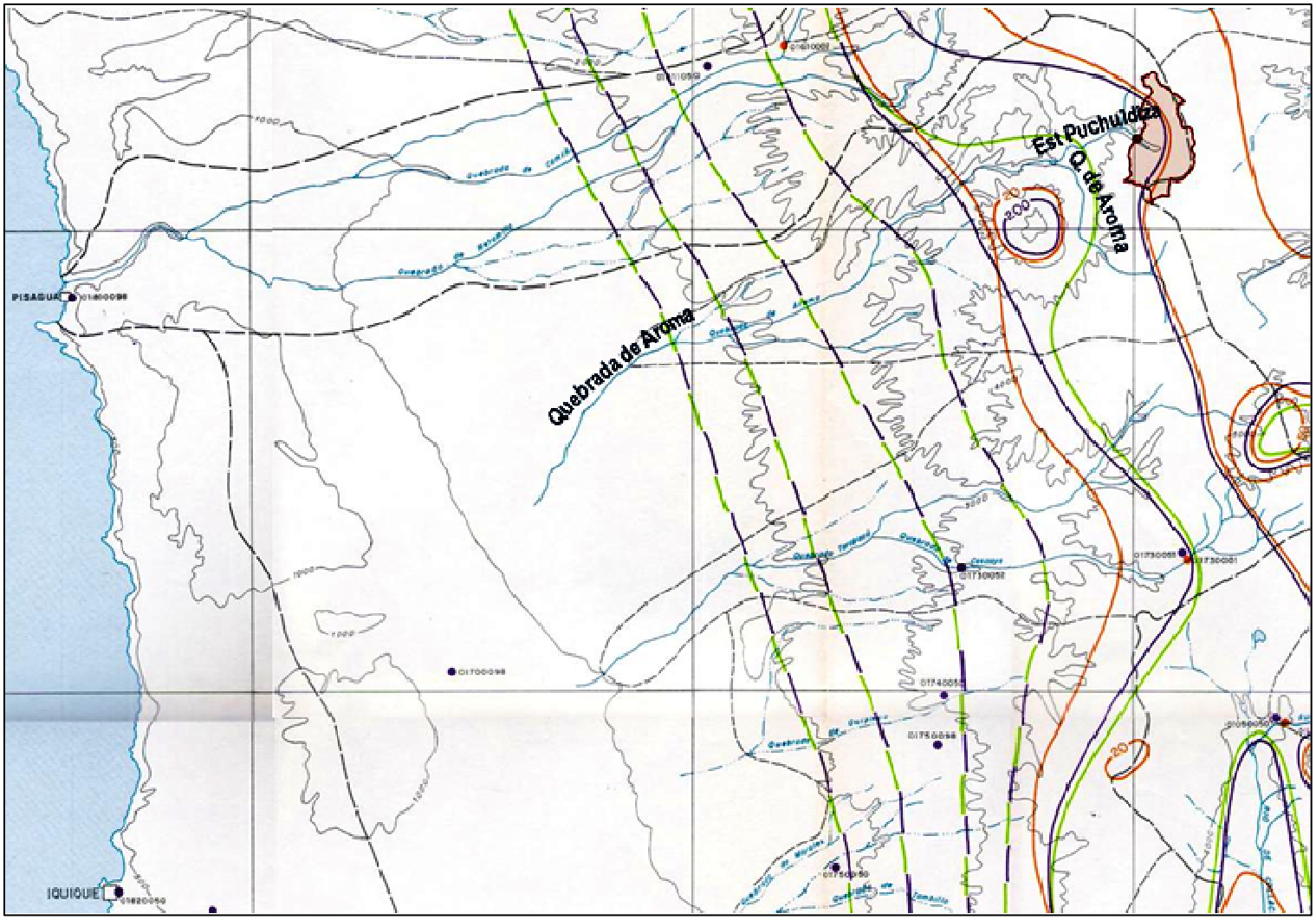
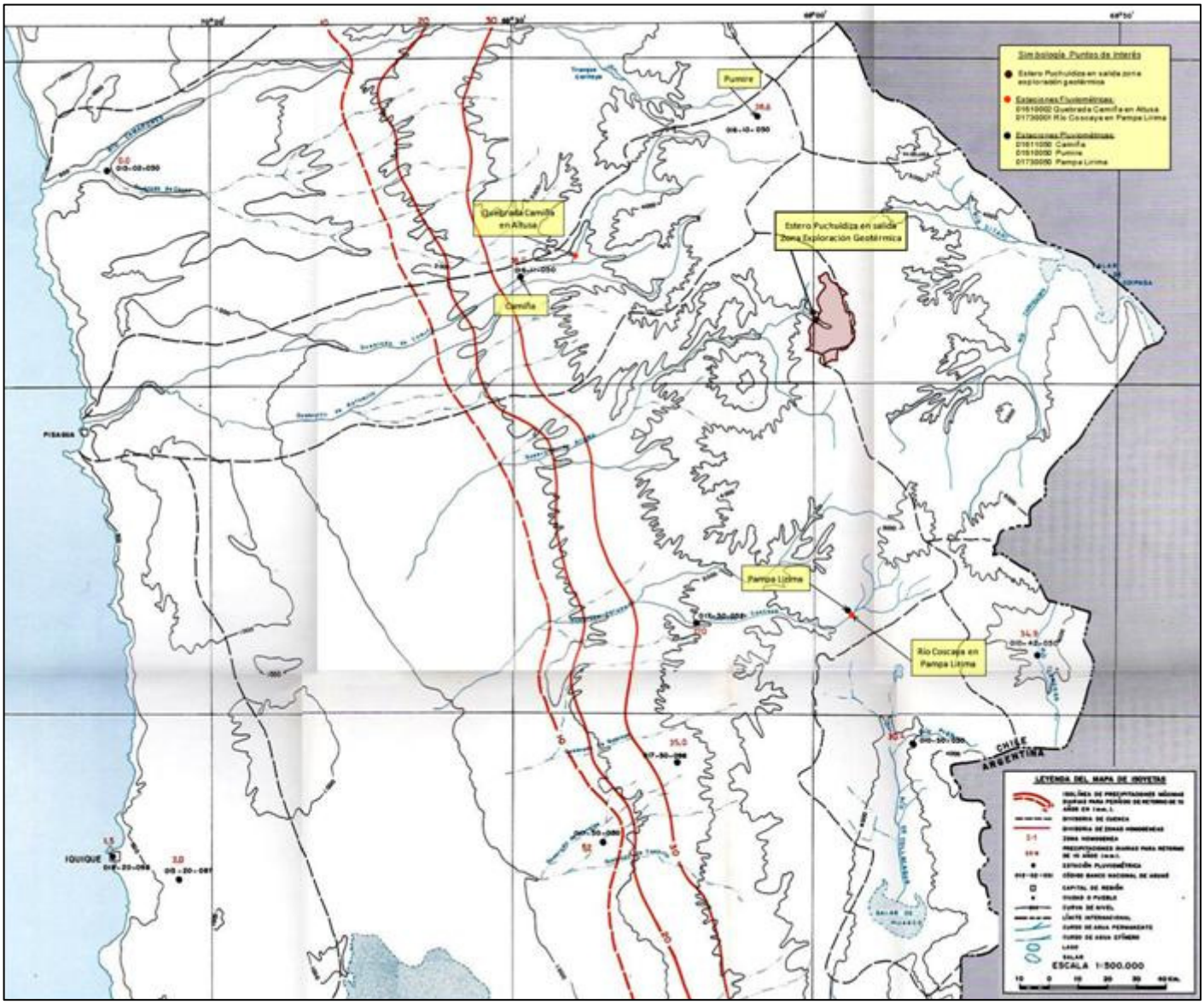


Figura Nº6 Isoyetas Pmáx24h T=10 años (Eventos Extremos, DGA 1991)



3 ALCANCES

En primer lugar, se presenta la delimitación de la cuenca del Estero Puchuldiza en el punto de salida de la zona de estudio y de las subcuencas correspondientes a los principales cauces que conforman esta cuenca, subcuencas definidas en los puntos de interés ubicados dentro del área de influencia del proyecto (ver Figuras Nº3 y Nº4).

Luego, se revisan los antecedentes sobre la red de estaciones hidrométricas existentes en la zona, según los antecedentes contenidos en los estudios "Balance Hídrico Nacional" (DGA, 1987) y "Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días" (DGA 1991), que además incluyen mapas de isoyetas de precipitaciones medias anuales y precipitaciones máximas en 24 horas (período de retorno 10 años), respectivamente (Figuras Nº5 y Nº6). Se revisó también la nómina actualizada de estaciones de la DGA.

Debido a que la cuenca del estero Puchuldiza no cuenta con estaciones de control, se debe recurrir a métodos indirectos para estimar las condiciones hidrológicas en la zona de estudio, seleccionando las estaciones pluviométricas y fluviométricas consideradas más representativas, procediendo entonces con la recopilación de la información estadística registrada (DGA).

Sobre la base de la caracterización de las cuencas y subcuencas aportantes al área de estudio, y la información estadística recopilada, se aplican las metodologías descritas en los capítulos siguientes de este informe, con el propósito de cumplir con los objetivos de este estudio.

4 REFERENCIAS

Ref (1) "Balance Hídrico Nacional" (DGA, 1987)

Ref (2) "Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días" (DGA 1991).

Ref (3) "Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica" (DGA-MOP, Agosto 1995).

5 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

5.1 DEFINICIÓN DE CUENCA APORTANTE (AREA INFLUENCIA)

En la Figura Nº3 se muestra la delimitación de la cuenca aportante a la zona de exploración geotérmica Puchuldiza, comuna de Colchane, I Región de Tarapacá (Base Cartografía IGM 1:50.000). La cuenca aportante que abarca toda la zona del proyecto, se define en el punto de salida del Estero Puchuldiza, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de la quebrada Chiguanani, frente a la localidad de Lupe.

La Figura Nº4 muestra la subdivisión de la cuenca del estero Puchuldiza en el tramo del cauce que se desarrolla dentro de la zona del proyecto, subcuencas definidas con el propósito de permitir una adecuada caracterización de la hidrología en la zona de influencia del proyecto.

En la caracterización de cuencas se describirán los cauces principales incluidos en estas subcuencas, determinando sus principales parámetros, para luego estimar caudales y precipitaciones en los puntos considerados de interés en este estudio.

La subdivisión de la cuenca del estero Puchuldiza considera las siguientes subcuencas (Figura Nº4):

- Subcuenca (1) definida en el punto de entrada a la zona del proyecto, que incluye los afluentes de cabecera del estero Puchuldiza: Quebradas Mulluri y Mulluri Chico, Quebrada del Jiquiasta y Quebrada Condoriri.

- Subcuenca (2) definida en un punto intermedio del tramo del estero Puchuldiza en la zona del proyecto, que incluye principalmente los afluentes por el oriente (ribera izquierda) de las Quebradas Guacalliri y Achalaja. Desde el poniente (ribera derecha) el cauce recibe los aportes de escurrimientos por la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (3) definida en un punto ubicado aproximadamente 1 km aguas abajo del anterior, que por la ribera izquierda recibe aportes de 2 quebradas desde el sur-oriente (cerros Chapiguailla y Pollojeri) y por la ribera derecha recibe aportes desde el norte de escurrimientos por la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (4) definida en un punto cercano al límite de la zona del proyecto, ubicado aproximadamente 2 km aguas abajo del anterior en el sector denominado Rinconada de Lupe, que recibe principalmente los aportes desde el sur (ribera izquierda) de la Quebrada Guaillajara y Quebrada de Lupe, y por la ribera derecha aportes menores desde la ladera del cerro Puchuldiza.

- Subcuenca (5) definida en el punto de salida de la zona del proyecto, ubicado aproximadamente 1,5 km aguas abajo del anterior, incluyendo en este último tramo del estero Puchuldiza las áreas correspondientes principalmente al aporte por la ribera derecha (desde el norte) de la Quebrada Chiguanani y de una quebrada más pequeña desde el sur (por ribera izquierda, escurrimiento por parte baja de ladera cerro Guaillane).

5.2 RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES

Para el presente estudio, en la zona de interés se dispone de información estadística en las siguientes estaciones fluviométricas (Tabla Nº1) y pluviométricas (Tabla Nº2), ubicadas en la I Región de Tarapacá.

Tabla Nº1
Estaciones Fluviométricas Seleccionadas

CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	ALTURA	Coor. Geográficas		AREA
		MSNM	LAT.	LONG.	KM2
01610002-1	Quebrada Camiña en Altusa (instalada 12-1928)	2280	19º17'	69º23'	514
01730001-6	Rio Coscaya en Pampa Lirima (instalada 12-1975)	3540	19º52'	68º57'	200

Tabla Nº2
Estaciones Pluviométricas Seleccionadas

CODIGO	NOMBRE ESTACIÓN	ALTURA	Coor. Geográficas	
		MSNM	LAT.	LONG.
01720050-K	Puchuldiza (09-1982 al 06-1988)	4150	19º24'	68º57'
01611050-7	Camiña (instalada 01-1971)	2380	19º19'	69º25'
01610050-1	Pumire (instalada 01-1962)	4200	19º08'	69º07'

La ubicación de las estaciones hidrométricas existentes en la zona, se muestra en la Figura Nº5, que también incluye el trazado de las isolíneas de precipitación media anual ("Balance Hídrico", DGA 1987, Ref.1).

Se solicitó al Centro de Información de Recursos Hídricos (DGA, MOP) la información disponible sobre caudales medios mensuales, caudales medios diarios e instantáneos extremos (a nivel mensual) y precipitaciones mensuales, en las estaciones seleccionadas (Tablas Nº1 y Nº2)

En Anexo 1 se incluyen las estadísticas recopiladas para las estaciones seleccionadas.

En la Figura Nº6 se presenta el mapa de isoyetas para precipitaciones máximas en 24 horas, con período de retorno de 10 años, elaborado en el estudio "Eventos Hidrometeorológicos Extremos" (DGA 1991, Ref.2).

Las estaciones cercanas a la zona de interés analizadas en el estudio de Eventos Extremos, (Ref.2, DGA 1991), son las que se muestran en la Tabla Nº3, con los resultados correspondientes para precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días, y los coeficientes de duración y frecuencia que se presentan en las Tablas Nº4 y N°5.

Tabla Nº3
Estaciones Pluviométricas Analizadas
en Estudio de Eventos Extremos
(Ref. 2, DGA 1991)

Código BNA	Nombre Estación
01730052-0	Poroma
01750098	Mamiña
01042050	Cancosa
01050050	Coyacagua
01610050-1	Pumire
01611050-7	Camiña

Tabla Nº4
Precipitaciones Máximas en 24h, 48h y 72h (Ref.2, DGA 1991)

ESTACION	Dist.	Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm)						Precipitaciones Máximas en 48 horas (mm)						Precipitaciones Máximas en 72 horas (mm)					
		T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100
01730052-0	AG	8,0	22,5	37,0	56,0	86,0	120,0	10,0	30,1	43,0	58,0	70,0	77,9	14,0	37,0	50,0	62,0	72,0	78,0
01750098	AG	7,6	23,0	35,0	44,0	53,0	57,0	9,2	26,5	40,0	52,0	63,0	70,0	8,0	23,4	36,6	48,3	61,4	67,3
01042050	LP	23,4	31,9	34,9	36,6	37,7	38,1	29,2	43,4	51,5	58,4	66,1	71,2	38,8	59,1	70,9	80,9	92,2	99,5
01050050	LP	16,4	24,7	30,4	35,8	42,8	48,0	22,5	32,5	39,0	45,3	53,4	59,4	27,0	39,6	47,9	55,8	66,0	73,7
01610050-1	LP	19,9	31,6	38,6	44,6	51,4	56,0	28,9	47,0	59,2	70,8	85,5	96,2	36,6	60,7	77,9	94,8	117,5	134,8
01611050-7	AG	5,8	19,0	36,0	60,0	100,0	135,0	6,4	27,0	54,0	90,0	150,0	205,0	7,4	32,0	62,0	105,0	180,0	250,0

AG= Análisis Gráfico
LP= Log Pearson

Tabla Nº5
Coeficientes de Duración y Frecuencias
Precipitaciones Máximas en 24h, 48h y 72h (Ref.2, DGA 1991)

ESTACION	Dist.	Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 1 día						Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 2 días						Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 3 días					
		T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100
Poroma	AG	0,216	0,608	1,000	1,514	2,324	3,243	0,233	0,700	*1,162*	1,349	1,628	1,812	0,280	0,740	*1,351*	1,240	1,440	1,560
Mamiña	AG	0,217	0,657	1,000	1,257	1,514	1,629	0,230	0,663	*1,143*	1,300	1,575	1,750	0,219	0,639	*1,046*	1,320	1,678	1,839
Cancosa	LP	0,67	0,91	1,00	1,04	1,08	1,09	0,56	0,84	*1,47*	1,13	1,28	1,38	0,54	0,83	###	1,14	1,30	1,40

ESTACION	Dist.	Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 1 día						Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 2 días						Coeficientes de Frecuencias Pmáx10 3 días					
		0	4	0	9	0	2	7	3	6	4	3	3	7	4		1	0	3
Coyacagua	LP	0,539	0,813	1,000	1,178	1,408	1,579	0,577	0,833	*1,283*	1,162	1,369	1,523	0,564	0,827	*1,576*	1,165	1,378	1,539
Pumire	LP	0,516	0,819	1,000	1,155	1,332	1,451	0,488	0,794	*1,534*	1,196	1,444	1,625	0,470	0,779	*2,018*	1,217	1,508	1,730
Camiña	AG	0,161	0,528	1,000	1,667	2,778	3,750	0,119	0,500	*1,500*	1,667	2,778	3,796	0,119	0,516	*1,722*	1,694	2,903	4,032
Chapiquiña	***ZH***	***0,161***	***0,528***	***1,000***	***1,667***	***2,778***	***3,750***	***0,119***	***0,500***	***1,500***	***1,667***	***2,778***	***3,796***	***0,119***	***0,516***	***1,722***	***1,694***	***2,903***	***4,032***

ZH: Zona Homogénea (Ref.3, definidas en DGA 1991 ref.2)

Pt(T) = CDt * CF(T) * P_{24}(10) *Se obtiene la precipitación de cualquier duración t y período de retorno T, en función de P_{24}(10)*

De acuerdo a los antecedentes revisados, para la zona en estudio se observan valores aproximados de precipitación media anual igual a **200-300 mm/año** (Figura Nº5) y precipitación máxima en 24 horas del orden de **37-40 mm**, para un período de retorno de 10 años (Figura Nº6).

Con la información recopilada, se intentará establecer la variación espacial local de la precipitación con la altura, entre las distintas cuencas y subcuencas analizadas en este estudio. Se usará como referencia las isoyetas trazadas en los estudios revisados.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS APORTANTES

En la Figura N°7 el patrón de drenaje de la cuenca y subcuencas definidas en los puntos de interés en este estudio (cartografía base: IGM 1:50.000).

Los parámetros obtenidos para la cuenca total del estero Puchuldiza definida en el punto de salida de la zona de exploración geotérmica y las subcuencas en estudio, necesarios para la aplicación de las metodologías de cálculo indirecto de caudales, son los siguientes:

Tabla Nº6
Características y Parámetros Morfológicos de Cuencas y Subcuencas

Cuenca	A (km²)	Hmáx (m)	Hmín (m)	L (km)	H (m)	Tc (hrs)
Subcuenca 1	24,4	5.207	4.230	6,8	977	0,61
Subcuenca 2	10,6	4.894	4.170	3,8	724	0,35
Subcuenca 3	10,0	4.779	4.145	4,2	634	0,42
Subcuenca 4	15,6	5.000	4.120	6,1	880	0,56
Subcuenca 5	12,8	5.049	4.100	6,8	949	0,62
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	5.207	4.100	11,8	1.107	1,11
Estaciones Fluviométricas:						
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA	514	*5.450*	2.280	*30*	3.170	*2,17*
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA	200	*5.760*	3.540	*13*	2.220	*0,95*

El tiempo de concentración de cada cuenca (Tc), se calculó usando la siguiente fórmula::

$$Tc = 0{,}95\,(L^3 / H)^{0{,}385}$$ Formula de California Highways and Public Works de EEUU

Tc: Tiempo de Concentración, en horas
L : Longitud del cauce principal, en km
H : Desnivel Máximo de la cuenca, en m

La Figura N°8 muestra el mapa de isoyetas y ubicación de estaciones, contenido en estudio "Balance Hídrico Nacional" (DGA 1987, ref.1), en el cual se incluyen los trazados de las cuencas aportantes a las estaciones de control fluviométrico de los cauces Quebrada Camiña en Altusa y Río Coscaya en Pampa Lirima, indicando también la delimitación de la cuenca de interés en el estero Puchuldiza. Sobre la base de este mapa (escala 1:500.000), se estimaron los parámetros de las cuencas definidas en los puntos de control, que también se indican en la Tabla N°6.

Figura Nº7
Patrón de Drenaje – Subcuencas en Zona Exploración Geotérmica Puchuldiza
(Base Cartografía IGM 1:50.000)

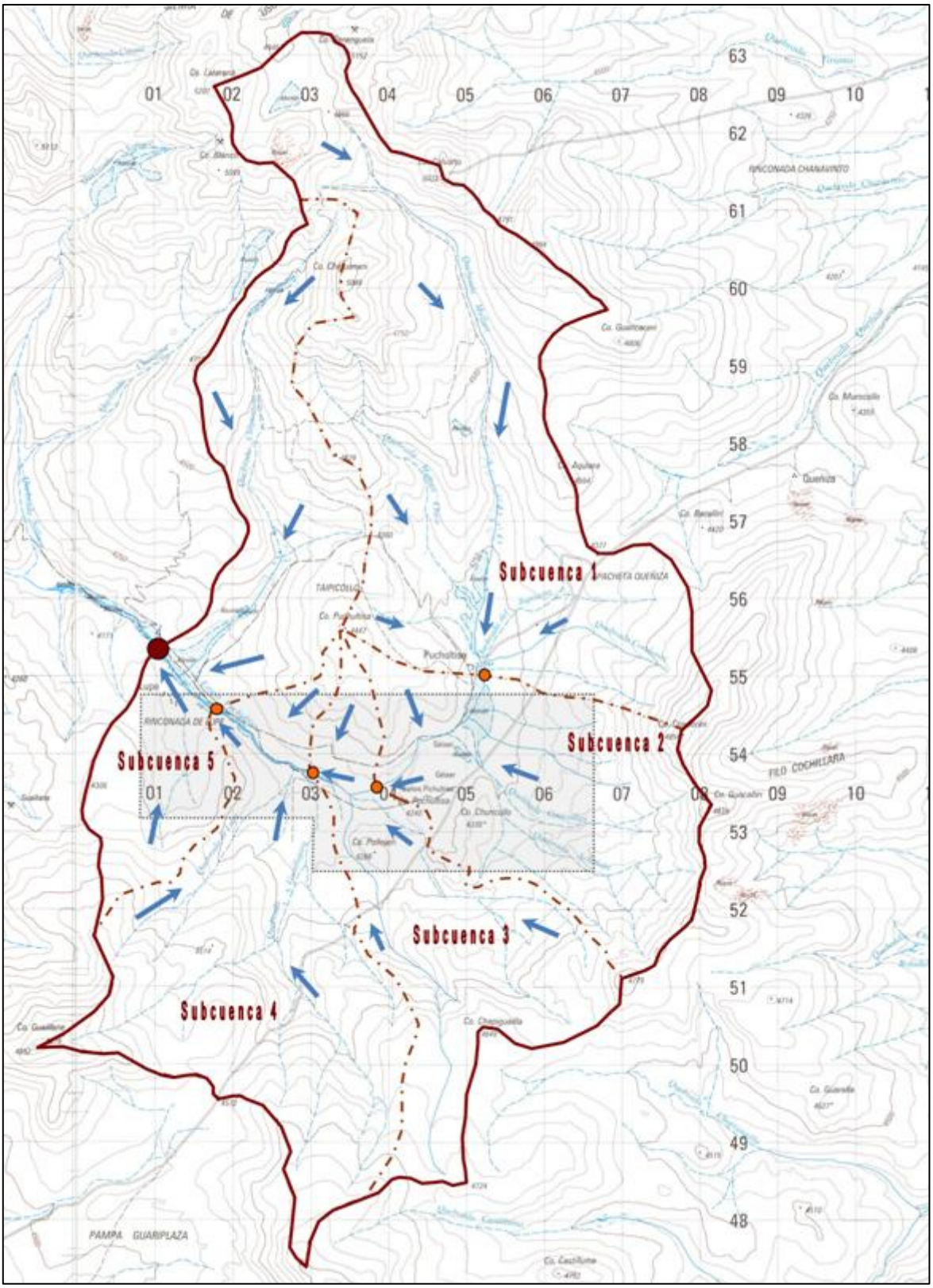
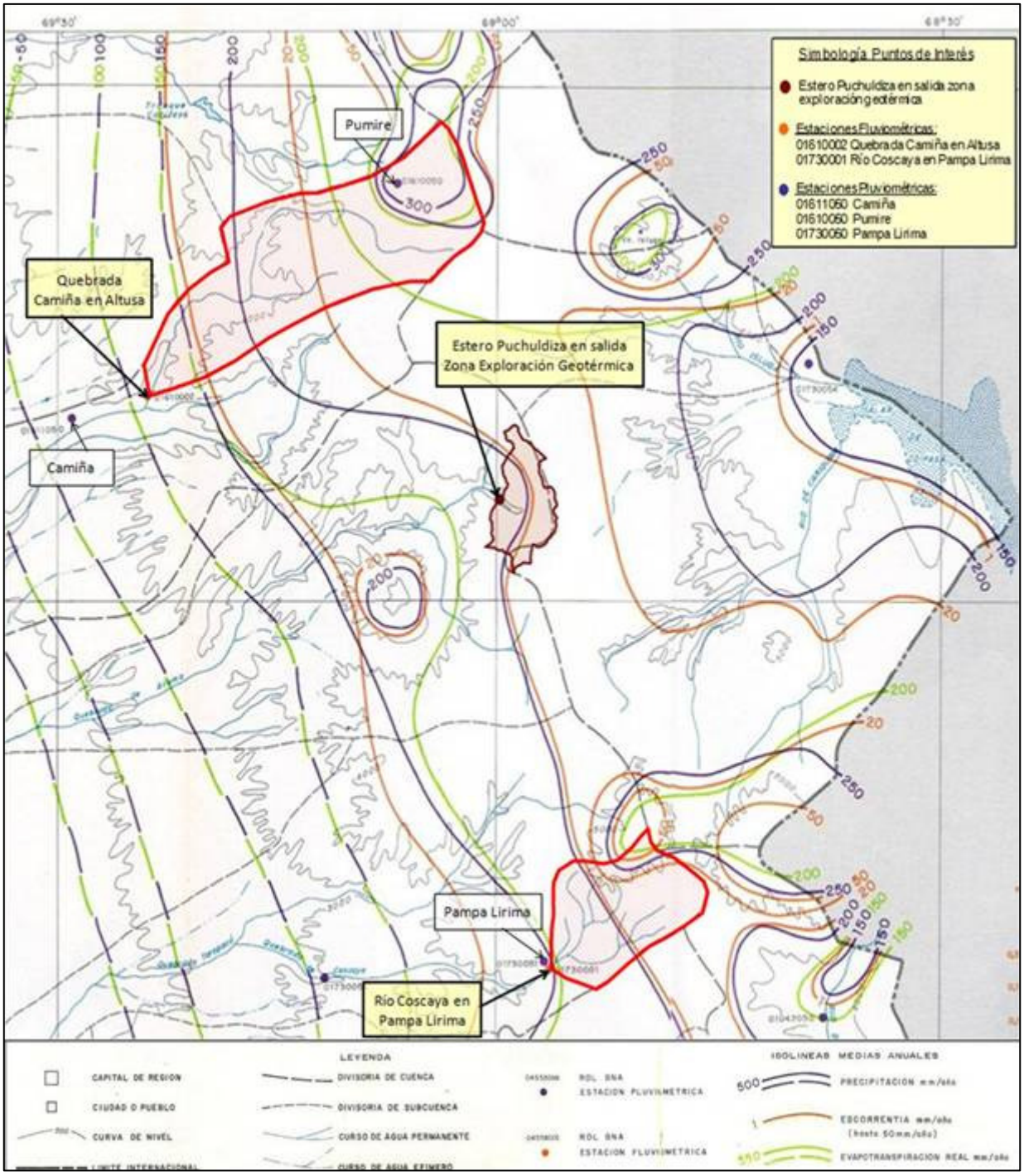


Figura Nº8
Mapa de Isoyetas y Ubicación de Estaciones - Delimitación de Cuencas
(Base: Balance Hídrico, DGA 1987)



5.4 PLUVIOMETRÍA

Se revisó la información estadística de precipitaciones mensuales recopilada en la zona (Anexo 1). En la Tabla N°7 se presentan los promedios históricos, para los períodos indicados, los que se grafican en la Figura N°9.

Tabla Nº7
PRECIPITACIONES MENSUALES PROMEDIO (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Pumire(1962-1991)	75,13	88,26	33,15	5,46	1,43	1,01	0,91	1,54	5,39	1,09	1,78	18,24	233,4
Camiña(1971-2008)	9,91	17,14	5,50	1,68	0,00	0,30	0,52	0,54	0,00	0,14	0,00	0,83	36,6
Puchuldiza(1983-1988)	59,55	37,40	19,72	1,82	0,55	8,93	3,17	4,92	3,77	4,08	12,82	17,20	173,9
Pumire(1983-1988)	48,28	27,75	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	4,17	0,00	3,00	0,00	2,78	88,8
Camiña(1983-1988)	21,07	12,80	15,50	0,00	0,00	2,00	0,00	0,13	0,00	1,13	0,00	2,67	55,3

Con el propósito de analizar la variación de la precipitación media anual con la altura, en la Tabla N°8 y Figura N°10 se presentan los valores correspondientes a las estaciones analizadas en el Balance Hídrico Nacional (DGA 1987, ref 1). En la Tabla N°9 se presentan los valores obtenidos de la información recopilada en este estudio (Anexo 1) y que se grafican en la Figura N°11.

Tabla Nº8
Variación de la Precipitación Media Anual en función de la Elevación
Estaciones Zona Puchuldiza (DGA 1987)

Código BNA	Estación	H (msnm)	P (mm/año)
015-02-050	Cuya	120	0,2
016-10-050	Pumire	4.200	313,2
016-11-050	Camiña Reten	2.380	61,2
017-30-052	Poroma	2.880	54,4
017-00-098	Huara	1.103	0,8
017-40-050	Parca	2.570	41,5
017-50-098	Mamiña Reten	2.730	35,5
010-42-050	Cancosa	3.800	218,8
010-50-050	Collancagua	3.990	159,3
017-00-097	Pica	1.250	4,5
018-00-098	Pisagua	10	3,5
017-50-050	Sagasca	1.815	0,4

Fuente: Balance Hídrico Naciona (DGA 1987)

Tabla Nº9
Variación de la Precipitación Media Anual en función de la Elevación
Estadísticas Actualizadas en Estaciones Zona Puchuldiza

ROL	Estación (período estadístico)		H (msnm)	P (mm/año)
016-10-050	Pumire	(1962-1991)	4200	233,4
016-11-050	Camiña	(1971-2008)	2380	36,6
01720050-K	Puchuldiza	(1983-1988)	4150	173,9

Fuente: Estadísticas Recopiladas Zona Puchuldiza (DGA enero 2010, Anexo 1, Hidrología)

Figura Nº9 (a)
Precipitaciones Mensuales (promedio estadísticas disponibles)

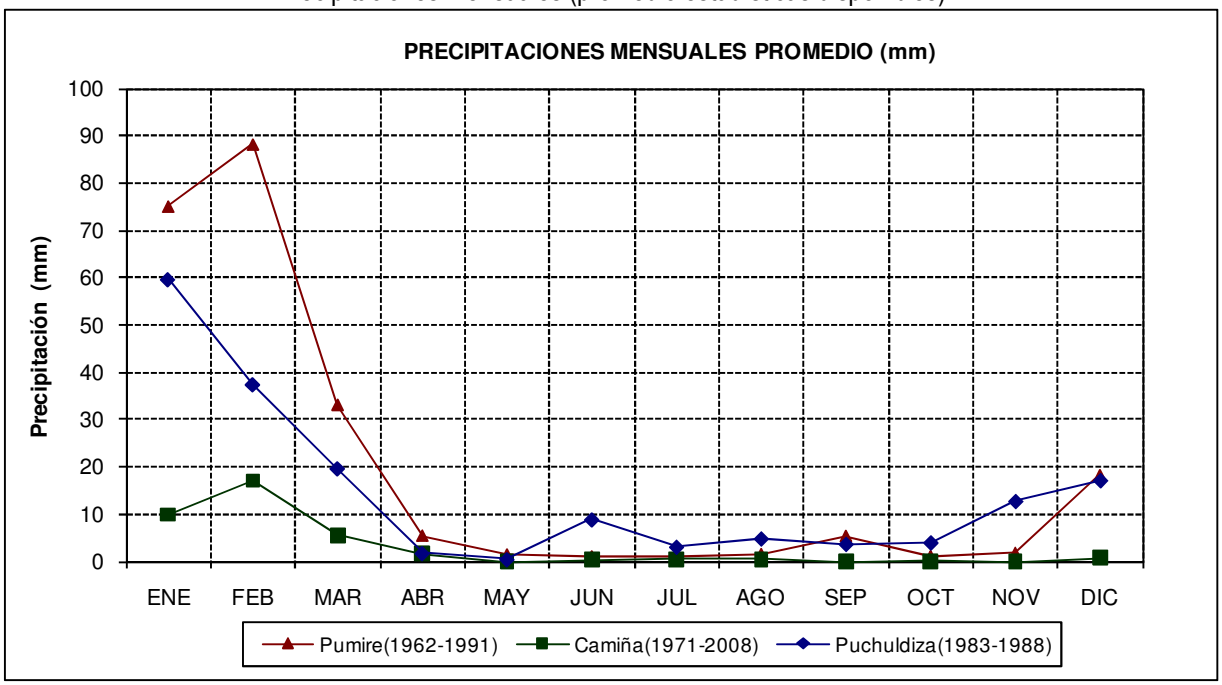


Figura Nº9 (b)
Precipitaciones Mensuales (promedio 1983-1988, período concurrente con Puchuldiza)

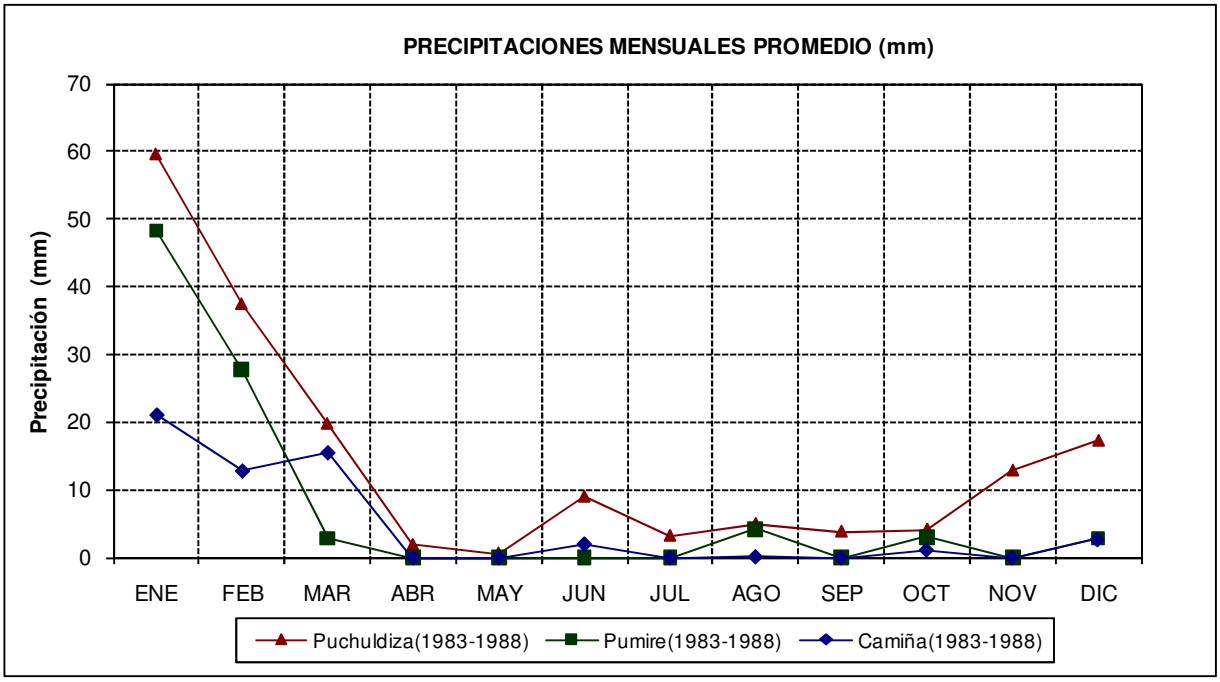


Figura Nº10

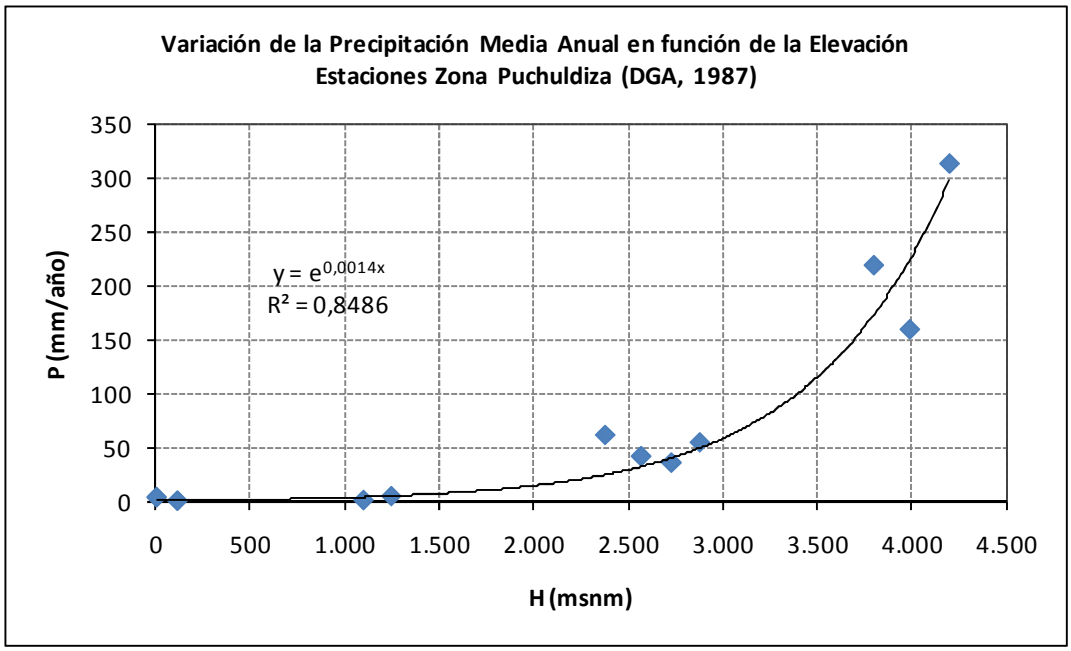
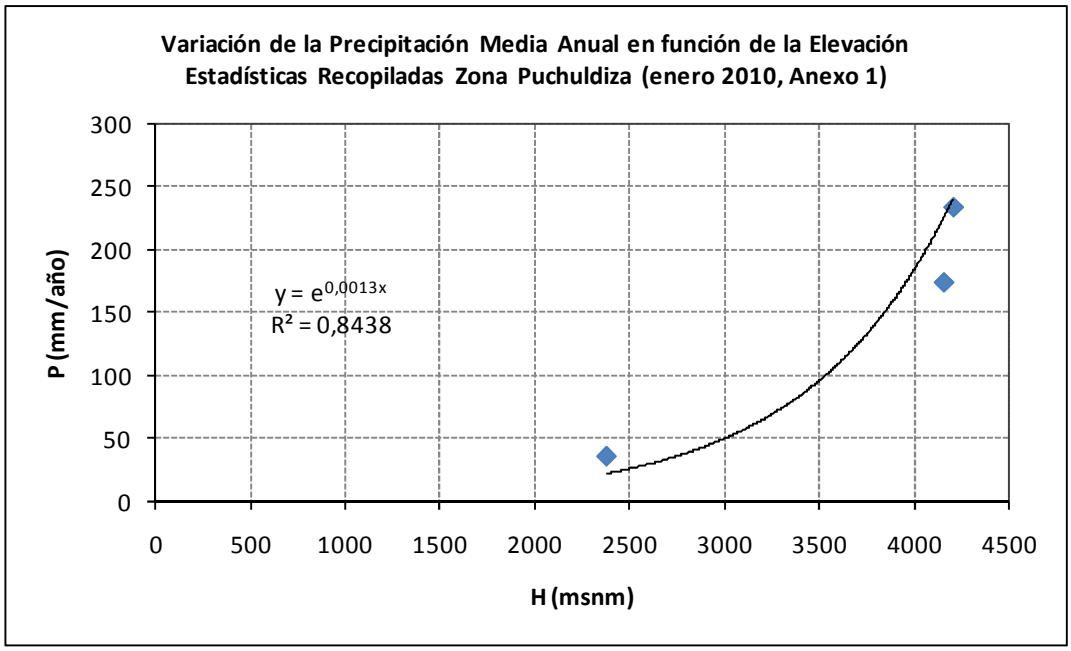
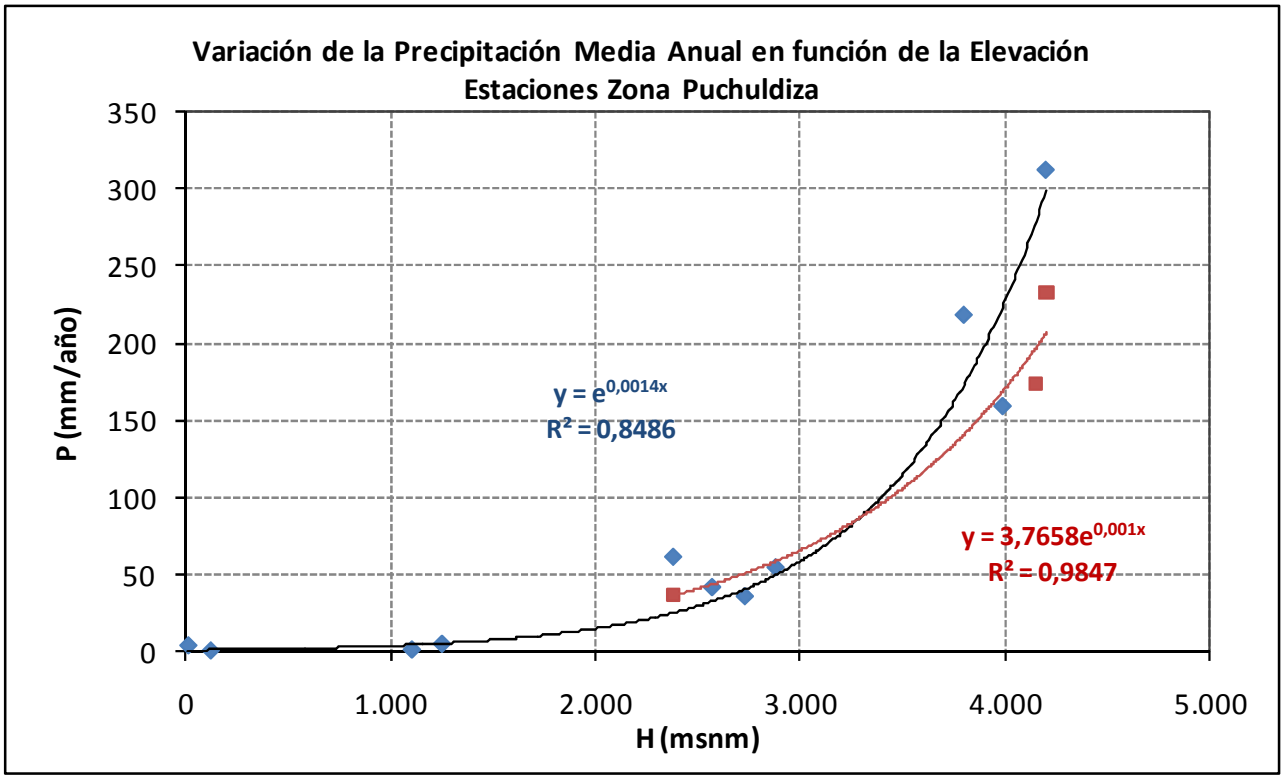


Figura Nº11



En la Figura N°12 se muestran superpuestas las dos relaciones establecidas para la variación de la precipitación con la altura en la zona de interés (Figuras N°10 y N°11). Se observa una tendencia similar en ambas curvas, adoptando como representativa de la variación local la relación establecida a partir de la información recopilada en este estudio (rango de elevación: 2.380-4.200 msnm), que incluye un corto período con registros de precipitaciones en la estación Puchuldiza, ubicada en la zona de exploración.

Figura Nº12



Por otra parte, se revisó también los antecedentes sobre precipitaciones máximas diarias, recopilados del estudio "Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días" (DGA 1991, ref.2), valores a partir de los cuales fueron trazadas las isolineas para T=10 años, presentadas en dicho estudio (ver Figura N°6).

La Tabla N°11 muestra los resultados de los análisis de frecuencias realizados en el estudio citado, en las estaciones ubicadas en la zona de interés. Para establecer una relación de la variación de la precipitación máxima diaria (T=10 años) en función de la altura, estos valores se grafican en la Figura N°13. En la Figura N°14 se presentan las tendencias observadas para las estaciones seleccionadas, y en la Figura N°15 se ajustan las relaciones adoptadas para los rangos de alturas correspondientes.

Tabla Nº11
Variación de la Precipitación Máxima Diaria (T=10 años) en función de la Elevación
Estaciones Zona Puchuldiza (DGA, 1991)

Código BNA	Estación	H (msnm)	Pmáx-d(10) (mm/dia)
016-10-050	Pumire	4.200	38,6
016-11-050	Camiña Reten	2.380	36,0
017-30-052	Poroma	2.880	37,0
017-50-098	Mamiña Reten	2.730	35,0
017-00-097	Pica	1.250	7,9
018-20-097	(Iquique)	500	2,0
018-00-098	Iquique	10	1,5
017-50-050	Sagasca	1.815	5,2
010-42-050	Cancosa	3.800	34,9
010-50-050	Collancagua	3.990	30,4
021-13-050		2.500	15,5

Figura Nº13

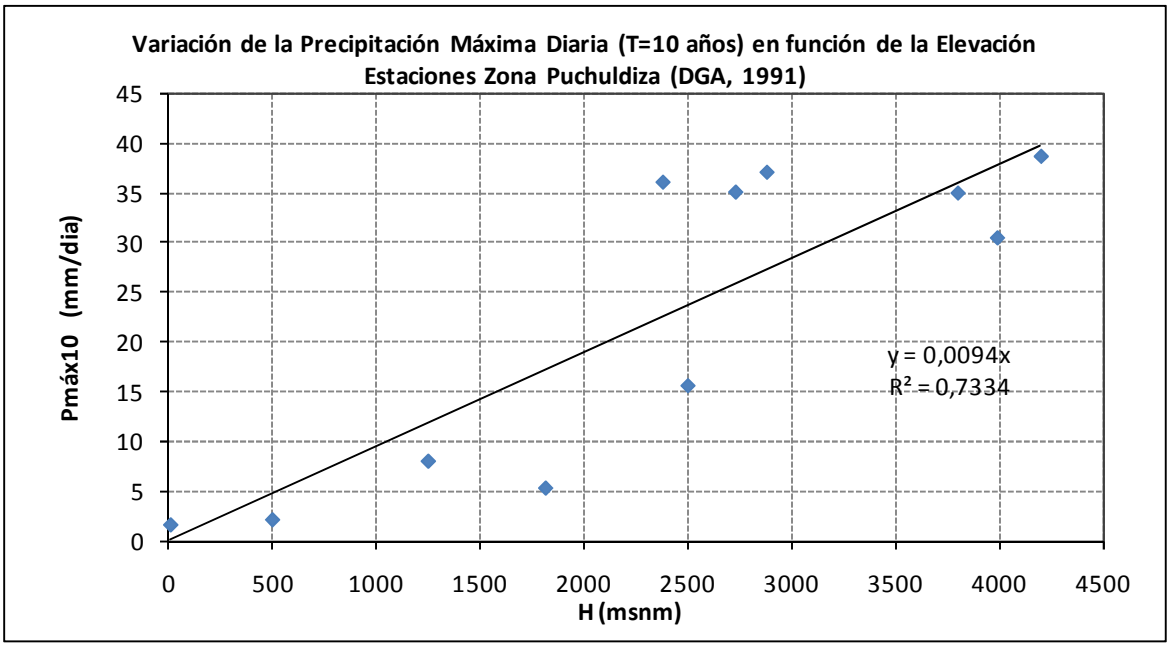


Figura Nº14
(Tendencias observadas)

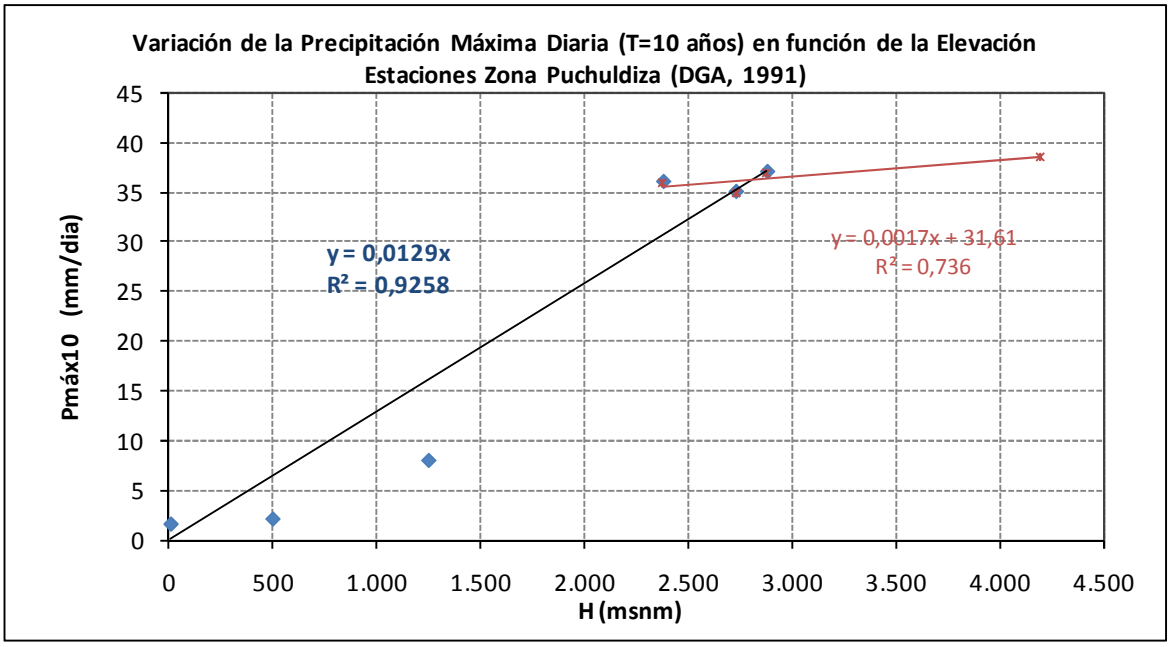
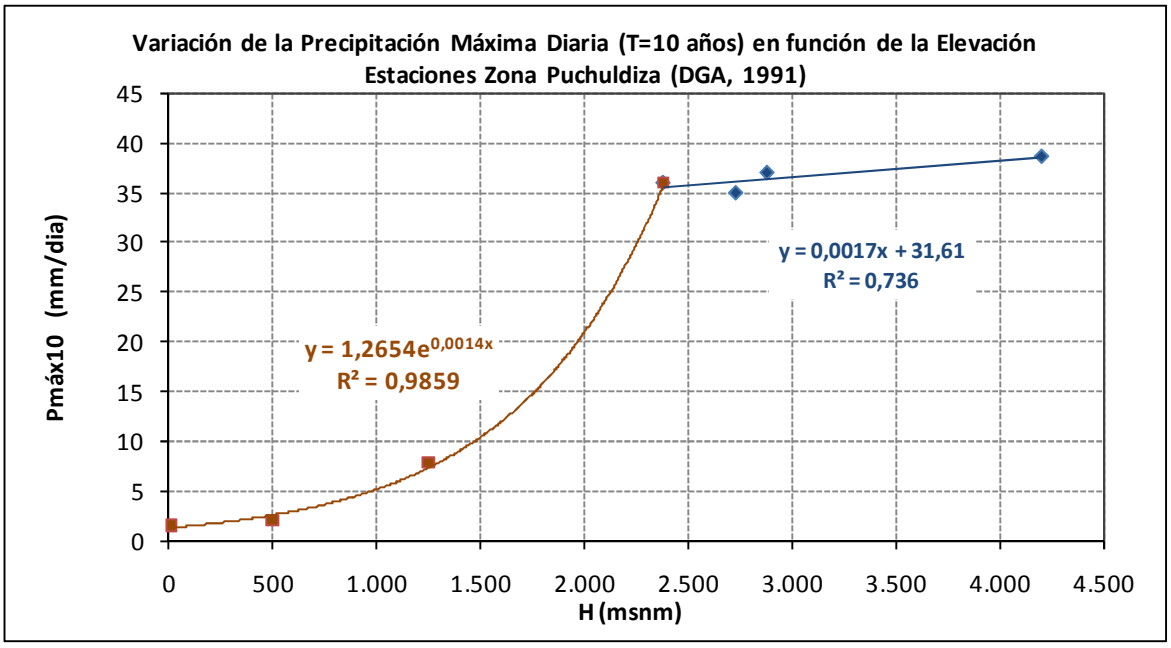


Figura Nº15
(Relación Adoptada)



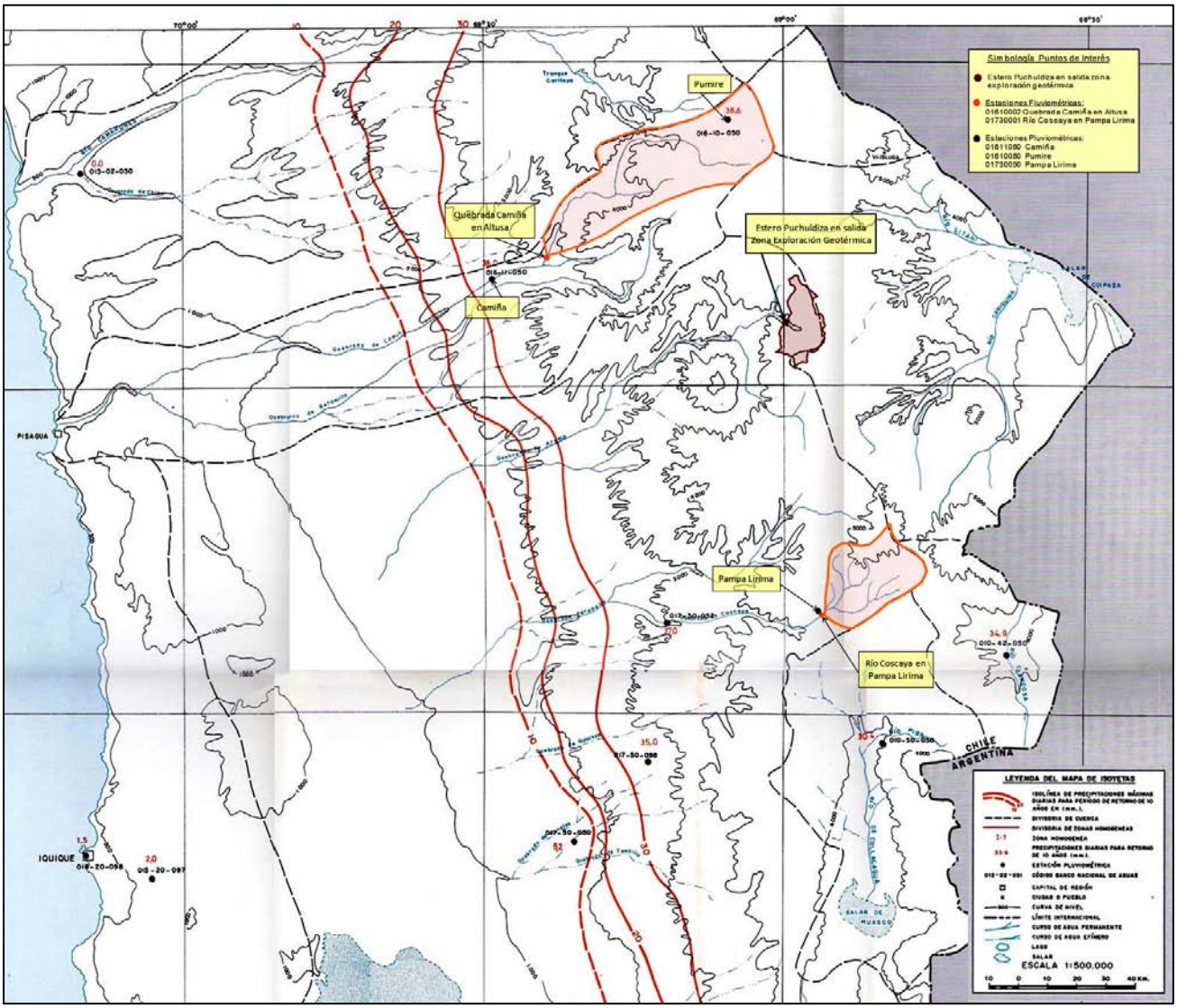
En la Figura Nº16 se incluyó en el mapa de isoyetas para precipitaciones máximas en 24 horas, con período de retorno de 10 años (DGA 1991, Ref.2), el trazado de las cuencas definidas por el punto de salida del estero Puchuldiza en la zona de exploración y los puntos de control de las estaciones fluviométricas en la quebrada Camiña y río Coscaya.

La Tabla N°12 presenta un resumen de las precipitaciones medias anuales y máximas diarias para un período de retorno de T=10 años, obtenidas aplicando las relaciones precipitación-altura adoptadas en este estudio, considerando las alturas medias estimadas en cada una de las cuencas y subcuencas de interés en la zona de estudio, de acuerdo a los antecedentes disponibles y presentados en este informe.

Tabla Nº12
Alturas y Precipitaciones Estimadas en Cuencas y Subcuencas

CUENCA	A (km²)	Hmáx (m)	Hmín (m)	Hmed (m)	Pmed (mm/año)	Pmáx10 (mm/día)
Subcuenca 1	24,4	5.207	4.230	4.500	339	39,3
Subcuenca 2	10,6	4.894	4.170	4.300	278	38,9
Subcuenca 3	10,0	4.779	4.145	4.350	292	39,0
Subcuenca 4	15,6	5.000	4.120	4.400	307	39,1
Subcuenca 5	12,8	5.049	4.100	4.300	278	38,9
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	5.207	4.100	4.395	305	39,1
Estaciones Fluviométricas:						
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA	514	*5.450*	2.280	*4.100*	*227*	*38,6*
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA	200	*5.760*	3.540	*4.200*	*251*	*38,8*
					$y=3,7658e^{0,001x}$ $R^2 = 0,9847$	$y=0,0017x+31,61$ $R^2 = 0,736$
					x=H (m) y=Pmed (mm/día)	*x=H>2.380 (m) y=Pmáx10 (mm/año)*

Figura Nº16
Delimitación de Cuencas y Variación Espacial de Precipitaciones Máximas
(Base: Mapa Isoyetas Pmáx-diaria T=10 años, DGA 1991)



5.5 ESCORRENTÍA

Las cuencas en estudio presentan un régimen netamente pluvial, con caudales máximos en los meses con lluvias máximas, durante los meses de diciembre, enero y febrero. En Anexo 2 se presentan los registros de las estaciones Quebrada Camiña en Altusa (oct/1978-feb/1997 y valores puntuales de ene-mar/2001) y Río Coscaya en Pampa Lirima (dic/1977-ene/1989). Se revisó esta información y, en lo posible, se rellenó la estadística de la quebrada Camiña, utilizando correlaciones mensuales con los registros del río Coscaya (ver Anexo 2).

En la Tabla N°13 y Figura N°17 se muestran los promedios de los caudales medios mensuales, para las series de las estaciones de control existentes en la zona, cuyas cuencas son vecinas a la cuenca del estero Puchuldiza en el punto de interés (ver Figuras N°8 y N°16). Las series completas se muestran en las Tablas N°14 y N°15.

Tabla Nº13
CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m3/s) - QUEBRADA CAMIÑA Y RIO COSCAYA (1977-1997)

Serie	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Qcamiña(obs)	0,47	0,48	0,40	0,26	0,25	0,27	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,23	0,30
Qcoscaya (dic/77-ene/89)	0,19	0,24	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12	0,11	0,16
Qcamiña(rell)	0,47	0,48	0,40	0,27	0,25	0,28	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,24	0,30

.

Figura Nº17

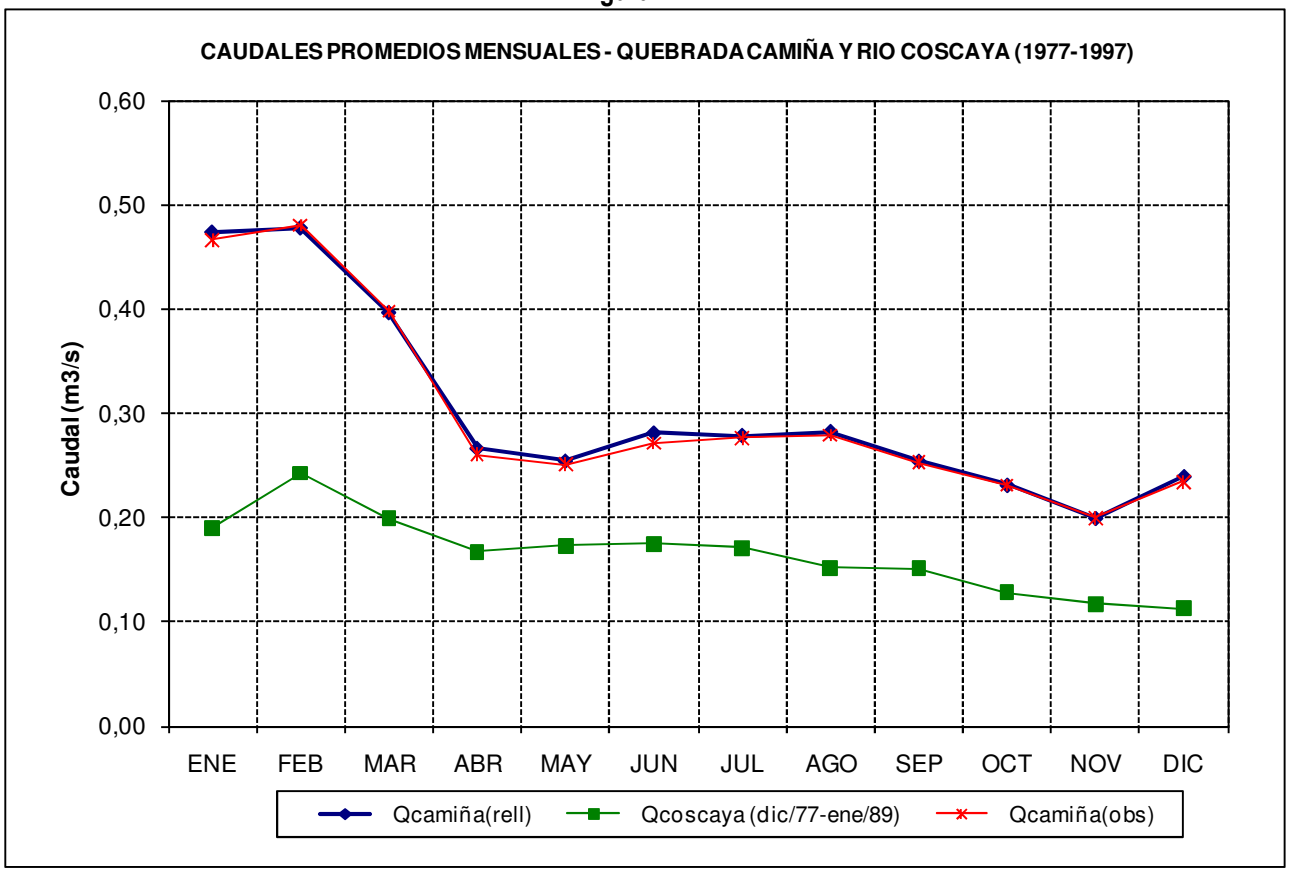


Tabla Nº14

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) - QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (dic/1977-feb/1997)

Código: 01610002-1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977												***0,33***	
1978	***0,60***	***0,43***	***0,28***	***0,30***		***0,38***	***0,33***	***0,35***	***0,28***	0,35	0,34	0,37	0,36
1979	0,65	0,37	0,51	0,34	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,25	0,21	0,27	0,38
1980	0,23	0,27	0,43	0,28	0,29	0,28	0,30	0,29	0,28	0,27	0,19	0,19	0,28
1981	0,27	0,65	***0,50***	***0,30***	***0,28***	0,39	0,34	0,40	0,32	0,27	0,27	0,27	0,36
1982	0,37	0,40	0,27	0,30	0,29	0,34	0,39	0,28	0,30	0,28	0,20	0,21	0,30
1983	0,22	0,26	0,24	0,22	0,24	0,30	0,27	0,25	0,27	0,26	0,07	0,16	0,23
1984	0,77	0,89	0,76	***0,29***	***0,29***	***0,36***	0,36	0,34	0,25	0,19	0,28	0,30	0,42
1985	0,26	0,96	0,96	0,36	0,33	0,31	0,30	0,32	0,22	0,19	0,23	0,33	0,40
1986	0,63	0,77	0,64	0,44	0,37	0,38	0,37	0,37	0,31	0,28	0,26	0,34	0,43
1987	1,93	0,69	0,41	0,32	0,23	0,26	0,28	0,24	0,26	0,22	0,19	0,20	0,44
1988	0,33	0,35	0,33	*0,30*	0,29	0,29	0,31	0,29	0,31	0,26	0,24	0,24	0,30
1989	0,34	0,43	0,32	0,31	0,27	0,28	0,25	0,25	0,28	0,31	0,22	0,21	0,29
1990	0,28	0,26	0,33	0,19	0,21	0,21	0,21	0,20	0,16	0,21	0,18		0,22
1991	0,68	0,31	0,43	0,23	0,20	0,22	0,25	0,30	0,28	0,23	0,21	0,24	0,30
1992	0,31	0,17	0,16	0,16	0,17	0,21	0,21	0,22	0,21				0,20
1993				0,26	0,25	0,27	0,25	0,36	0,25	0,21	0,15	0,26	0,25
1994	0,53	0,67	0,27	0,22	0,26	0,21	0,21	0,25	0,24	0,14	0,10	0,15	0,27
1995	0,20	0,12	0,17	0,12	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,13
1996	0,11	0,14	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,12
1997	0,28	0,93											
Prom	0,47	0,48	0,40	0,27	0,25	0,28	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,24	0,30
Máx	1,93	0,96	0,96	0,44	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37	0,44
Mín	0,11	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,07	0,10	0,12

. Fuente: Registros DGA (enero 2010).

nn : Valores rellenados usando correlaciones con Coscaya en Pampa Lirima (ver Anexo)

.

Tabla Nº15

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) – RÍO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA (dic/1977-mar/1989)

Código: 01730001-6

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977												0,14	
1978	0,16	0,16	0,14	0,15		0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,15	0,16
1979	0,23	0,18	0,25	0,25	0,30	0,30	0,29	0,21	0,11	0,09	0,08	0,10	0,20
1980	0,11	0,13	0,19	0,16	0,17	0,17	0,13	0,13	0,11	0,12	0,14	0,03	0,13
1981	0,07	0,21	0,25	0,17	0,11	0,16	0,25	0,22	0,24	0,17	0,10	0,10	0,17
1982	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,05	0,06	0,06	0,16	0,12	0,13	0,11	0,11
1983	0,12	0,17	0,21	0,22	0,26	0,34	0,20	0,18	0,18	0,15	0,14	0,15	0,19
1984	0,54	0,99	0,37	0,13	0,13	0,08	0,06	0,16	0,16	0,13	0,13	0,11	0,25
1985	0,13	0,27	0,19	0,15	0,16	0,16	0,13	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,14
1986	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,15	0,19	0,19	0,17	0,15	0,12	0,15	0,15
1987	0,39	0,20	0,17	0,17	0,18	0,21	0,26	0,12	0,14	0,09	0,09	0,09	0,18
1988	0,14	0,13	0,17	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,14
1989	0,14	0,24											
Prom	0,19	0,24	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12	0,11	0,16
Máx	0,54	0,99	0,37	0,25	0,30	0,34	0,29	0,22	0,24	0,17	0,14	0,15	0,25
Mín	0,07	0,11	0,11	0,13	0,11	0,05	0,06	0,06	0,11	0,09	0,08	0,03	0,11

. Fuente: Registros DGA (enero 2010).

De acuerdo a las características de la escorrentía observada, se consideró un año hidrológico definido entre los meses de Mayo-Abril. Se realizó un análisis de frecuencias de la serie de caudales medios mensuales que se muestra en la Tabla N°16 para Quebrada Camiña en Altusa, determinando las Curvas de Variación Estacional de los caudales en esta estación. vecina a la cuenca de interés (resultados en Anexo 2).

Tabla Nº16
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) - QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977/78-1996/97)
Serie Rellenada con Río Coscaya en Pampa Lirima (1977-1989)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	May-Oct	Nov-Abr	Anual
1977/78								**0,33**	**0,60**	**0,43**	**0,28**	**0,30**		0,39	0,39
1978/79		**0,38**	**0,33**	**0,35**	**0,28**	0,35	0,34	0,37	0,65	0,37	0,51	0,34	0,34	0,43	0,39
1979/80	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,25	0,21	0,27	0,23	0,27	0,43	0,28	0,38	0,28	0,33
1980/81	0,29	0,28	0,30	0,29	0,28	0,27	0,19	0,19	0,27	0,65	**0,50**	**0,30**	0,29	0,35	0,32
1981/82	**0,28**	0,39	0,34	0,40	0,32	0,27	0,27	0,27	0,37	0,40	0,27	0,30	0,33	0,31	0,32
1982/83	0,29	0,34	0,39	0,28	0,30	0,28	0,20	0,21	0,22	0,26	0,24	0,22	0,31	0,23	0,27
1983/84	0,24	0,30	0,27	0,25	0,27	0,26	0,07	0,16	0,77	0,89	0,76	**0,29**	0,27	0,49	0,38
1984/85	**0,29**	**0,36**	0,36	0,34	0,25	0,19	0,28	0,30	0,26	0,96	0,96	0,36	0,30	0,52	0,41
1985/86	0,33	0,31	0,30	0,32	0,22	0,19	0,23	0,33	0,63	0,77	0,64	0,44	0,28	0,51	0,39
1986/87	0,37	0,38	0,37	0,37	0,31	0,28	0,26	0,34	1,93	0,69	0,41	0,32	0,35	0,66	0,50
1987/88	0,23	0,26	0,28	0,24	0,26	0,22	0,19	0,20	0,33	0,35	0,33	0,30	0,25	0,28	0,27
1988/89	0,29	0,29	0,31	0,29	0,31	0,26	0,24	0,24	0,34	0,43	0,32	0,31	0,29	0,31	0,30
1989/90	0,27	0,28	0,25	0,25	0,28	0,31	0,22	0,21	0,28	0,26	0,33	0,19	0,27	0,25	0,26
1990/91	0,21	0,21	0,21	0,20	0,16	0,21	0,18		0,68	0,31	0,43	0,23	0,20	0,37	0,28
1991/92	0,20	0,22	0,25	0,30	0,28	0,23	0,21	0,24	0,31	0,17	0,16	0,16	0,25	0,21	0,23
1992/93	0,17	0,21	0,21	0,22	0,21							0,26	0,20	0,26	0,21
1993/94	0,25	0,27	0,25	0,36	0,25	0,21	0,15	0,26	0,53	0,67	0,27	0,22	0,27	0,35	0,31
1994/95	0,26	0,21	0,21	0,25	0,24	0,14	0,10	0,15	0,20	0,12	0,17	0,12	0,22	0,14	0,18
1995/96	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
1996/97	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,28	0,93			0,12	0,37	0,22
Prom.=	0,25	0,28	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,24	0,47	0,48	0,40	0,27	0,26	0,34	0,30
máx.=	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37	1,93	0,96	0,96	0,44	0,38	0,66	0,50
mín.=	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,07	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12

Valores
nn *rellenados*

En la Tabla N°17 y Figura N°18 se muestran las Curvas de Variación Estacional de los caudales medios mensuales en el estero Puchuldiza, aplicando el método de transposición a los resultados obtenidos para la estación de control en la quebrada Camiña (ver Anexo 2).

Tabla Nº17
VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)
ESTERO PUCHULDIZA EN SALIDA ZONA EXPLORACIÓN
Transposición de caudales Quebrada Camiña (*)

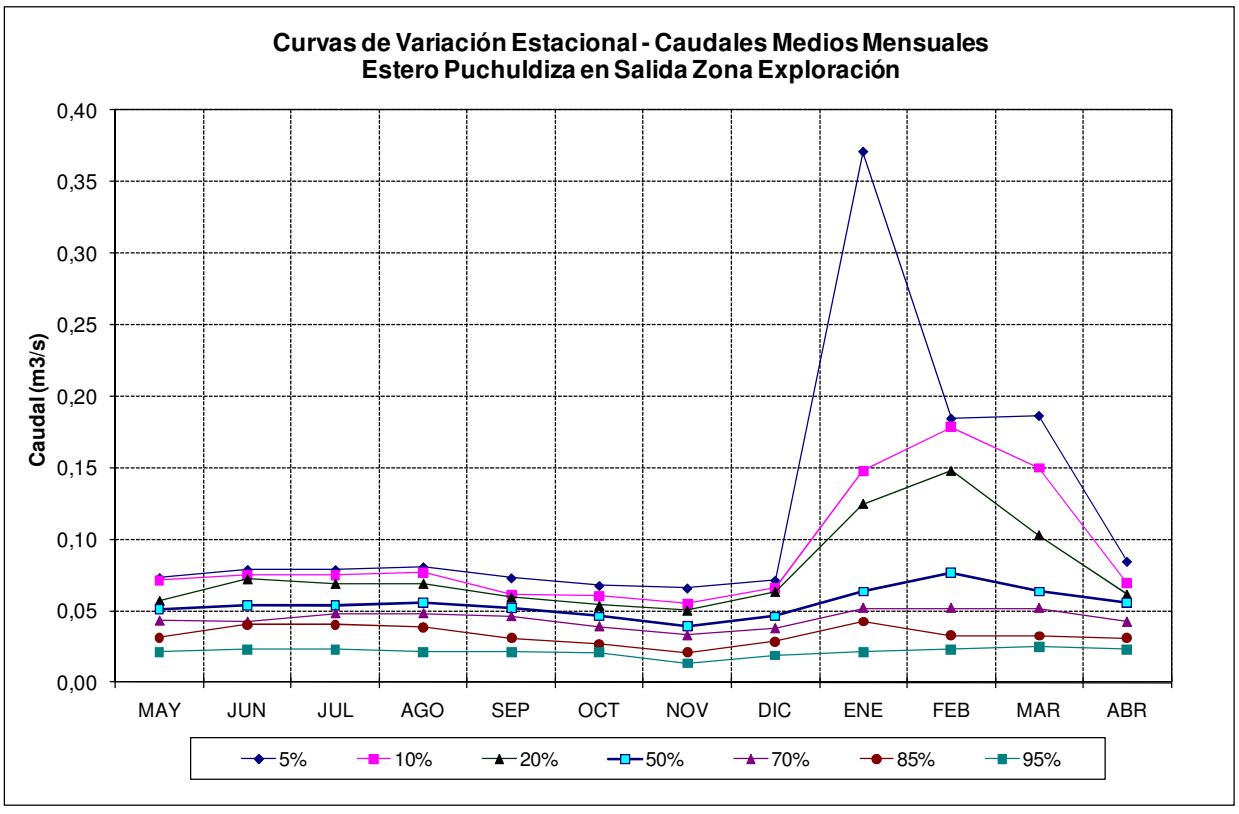
Pexc	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	M-Oct	N-Abr	Anual
5%	0,073	0,079	0,079	0,081	0,073	0,068	0,066	0,071	0,371	0,184	0,186	0,084	0,096	0,072	0,125
10%	0,071	0,075	0,075	0,077	0,061	0,060	0,055	0,066	0,148	0,179	0,150	0,069	0,078	0,067	0,100
20%	0,057	0,072	0,069	0,069	0,060	0,054	0,050	0,063	0,125	0,148	0,103	0,061	0,075	0,064	0,092
50%	**0,051**	**0,054**	**0,054**	**0,056**	**0,052**	**0,046**	**0,039**	**0,046**	**0,063**	**0,077**	**0,063**	**0,056**	**0,059**	**0,052**	**0,064**
70%	0,043	0,042	0,048	0,048	0,046	0,039	0,033	0,038	0,052	0,052	0,052	0,042	0,050	0,047	0,051
85%	**0,031**	**0,040**	**0,040**	**0,038**	**0,031**	**0,027**	**0,021**	**0,029**	**0,042**	**0,033**	**0,032**	**0,031**	**0,041**	**0,038**	**0,040**
95%	0,021	0,023	0,023	0,021	0,021	0,021	0,013	0,019	0,021	0,023	0,025	0,023	0,024	0,023	0,023

(*) Factor de Transposición = 0,192

factor áreas: *A(camiña)= 514 km²* *A(puchuldiza)= 73,4 km²* *f(áreas) = 0,143*

factor precipitación: *Pma (camiña) = 227 mm* *Pma (puchuldiza) = 305 mm* *f(prec) = 1,344*

Figura Nº18

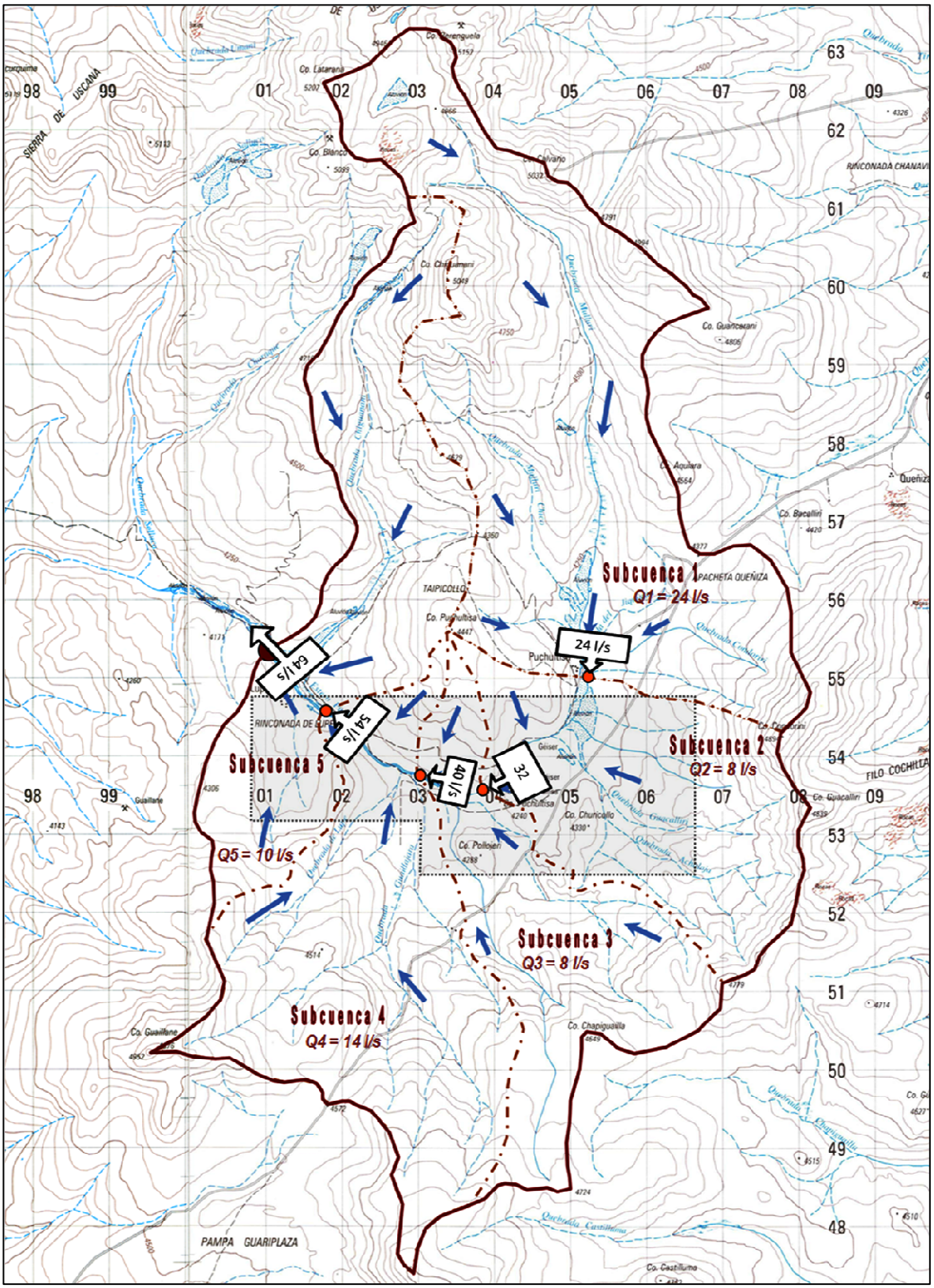


Los resultados de la escorrentía adoptada para las subcuencas en estudio. se presentan en la Tabla N°18, para caudales anuales asociados a probabilidades de excedencia de 50% y 85%, aplicando los factores de transposición correspondientes a los caudales estimados en la cuenca total del estero Puchuldiza en la salida de la zona de exploración, considerando los parámetros estimados en cada subcuenca (ver Tabla N°12).

Tabla Nº18
Resumen de Resultados – Escorrentía Anual Q50% y Q85%, Estero Puchuldiza

CUENCA	A (km²)	Hmed (m)	Pmed (mm/año)	factor áreas	factor prec	factor transp	Q50% (l/s)	Q50%' (l/s/km²)	Q85% (l/s)	Q85%' (l/s/km²)
Subcuenca 1	24,4	4.500	339	0,332	1,111	0,369	24	0,96	15	0,61
Subcuenca 2	10,6	4.300	278	0,144	0,910	0,131	8	0,78	5	0,50
Subcuenca 3	10,0	4.350	292	0,136	0,956	0,130	8	0,83	5	0,53
Subcuenca 4	15,6	4.400	307	0,213	1,005	0,214	14	0,87	9	0,56
Subcuenca 5	12,8	4.300	278	0,174	0,910	0,159	10	0,79	6	0,50
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	4.395	305				64	0,87	40	0,55

Figura Nº18(b)
Esquema de Resultados Q50% - Subcuencas Estero Puchuldiza



5.6 ANALISIS DE CAUDALES EXTREMOS

Se recopiló y revisó la información estadística existente en la zona sobre caudales medios diarios e instantáneos máximos y mínimos, valores registrados en las estaciones de control Quebrada Camiña en Altusa y Río Coscaya en Pampa Lirima (ver Anexo 3).

En las Tablas N°19 y N°20 se resumen los resultados obtenidos para el estero Puchuldiza en la zona de exploración, aplicando el método de transposición de los caudales máximos y mínimos observados en la Quebrada Camiña en Altusa, respectivamente. En tablas y figuras al final de este capítulo se presentan los análisis de frecuencias de los caudales máximos y mínimos registrados en la estación Quebrada Camiña en Altusa y la aplicación del método de transposición de caudales.

Tabla Nº19
Caudales Máximos Estero Puchuldiza en Zona Exploración
Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa

Probabilidad de Excedencia	Período de Retorno T (años)	Estero Puchuldiza en Salida Zona de Exploración	
		Qmáx inst	
		(m3/s)	(m3/s/km2)
50%	2	0,92	0,0125
20%	5	1,19	0,0163
10%	**10**	**1,40**	**0,0192**
5%	20	1,61	0,0220
4%	25	1,68	0,0229
2%	50	1,89	0,0258
1%	100	2,10	0,0287
0,5%	200	2,31	0,0316
0,2%	500	2,59	0,0353
0,1%	1.000	2,80	0,0382

Tabla Nº20
Caudales Mínimos Estero Puchuldiza em Zona Exploración
Transposición de Caudales Quebrada Camiña en Altusa

Probabilidad de Excedencia	Período de Retorno T (años)	Estero Puchuldiza en Salida Zona de Exploración	
		Qmín diario	
		(l/s)	(l/s/km2)
98%	*1,020*	*2,68*	0,037
95%	*1,053*	*4,89*	0,067
90%	*1,111*	*8,74*	0,119
85%	*1,176*	*12,81*	0,175
70%	*1,429*	*15,30*	0,209
50%	2	18,42	0,251
20%	5	26,91	0,367
10%	**10**	**33,34**	**0,455**
5%	20	39,76	0,542
4%	25	41,83	0,571
2%	50	48,26	0,658
1%	100	54,68	0,746

Los resultados para las subcuencas en estudio se resumen en Tabla N°21, para un período de retorno de 10 años, aplicando el método racional para estimar los caudales máximos en la cuenca del estero Puchuldiza en la zona de exploración, considerando los parámetros estimados en cada subcuenca (ver Tablas N°6 y N°12).

Tabla Nº21
Resumen de Resultados – Caudales Máximos y Mínimos (T=10 años), Estero Puchuldiza

CUENCA	A (km^2)	Tc (hrs)	Hmed (m)	Pmáx10 (mm/día)	Itc(T=10) (mm/hr)	Qmáx (m^3/s)	Qmáx' ($m^3/s/km2$)	Qmín-d (l/s)	Qmín' (l/s/km2)
Subcuenca 1	24,4	0,61	4.500	39,3	13,07	0,89	0,036	11,08	0,455
Subcuenca 2	10,6	0,35	4.300	38,9	22,57	0,66	0,063	4,81	0,455
Subcuenca 3	10,0	0,42	4.350	39,0	19,15	0,53	0,053	4,54	0,455
Subcuenca 4	15,6	0,56	4.400	39,1	14,16	0,61	0,039	7,09	0,455
Subcuenca 5	12,8	0,62	4.300	38,9	12,79	0,45	0,036	5,81	0,455
Cuenca Total: Estero Puchuldiza en Salida Zona Exploración	73,4	1,11	4.395	39,1	7,22	1,47	0,020	33,34	0,455

Qmáx = C I * A (Fórmula Racional, Ref.3) Se adoptó C=0,01*

Tabla Nº22
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS
(Análisis Gráfico, fórmula de Weibull)

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997)

CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS.					ANÁLISIS DE FRECUENCIAS Qmáx					
AÑO	Qmáx-diario		Qmáx-inst.			P(exc)	Qmáx-d (dec)		Qmax-i (dec)	
	(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa	m		AÑO	(m3/s)	AÑO	(m3/s)
1977	**0,30**	***(1)***	***1,06***	***(2)***	1	4,5%	1987	8,44	1987	10,88
1978	0,52	03-12-78	0,73	03-12-78	2	9,1%	1985	4,49	1985	10,51
1979	1,50	24-01-79	3,62	24-01-79	3	13,6%	1997	2,63	1988	9,50
1980	1,78	22-03-80	***6,38***	***(2)***	4	18,2%	1981	2,44	1990	8,67
1981	2,44	09-02-81	7,28	09-02-81	5	22,7%	1988	2,38	1995	7,46
1982	0,89	02-02-82	1,58	02-02-82	6	27,3%	1991	2,26	1981	7,28
1983	0,80	16-03-83	2,10	13-09-83	7	31,8%	1990	2,03	1997	7,27
1984	1,90	16-02-84	6,55	16-02-84	8	36,4%	1984	1,90	1991	7,03
1985	4,49	09-03-85	10,51	08-03-85	9	40,9%	1986	1,84	1986	6,80
1986	1,84	07-02-86	6,80	07-02-86	10	45,5%	1980	1,78	1984	6,55
1987	8,44	23-01-87	10,88	22-01-87	11	50,0%	1979	1,50	1980	6,38
1988	2,38	01-02-88	9,50	01-02-88	12	54,5%	1994	1,47	1989	5,84
1989	1,13	08-02-89	5,84	08-02-89	13	59,1%	1989	1,13	1994	4,18
1990	2,03	11-03-90	8,67	11-03-90	14	63,6%	1982	0,89	1979	3,62
1991	2,26	11-01-91	7,03	13-03-91	15	68,2%	1995	0,88	1993	2,80
1992	0,65	14-01-92	***2,33***	***(2)***	16	72,7%	1983	0,80	1992	2,33
1993	0,78	31-12-94	***2,80***	***(2)***	17	77,3%	1993	0,78	1983	2,10
1994	1,47	10-02-94	4,18	03-01-94	18	81,8%	1992	0,65	1982	1,58
1995	0,88	28-01-95	7,46	28-01-95	19	86,4%	1978	0,52	1977	1,06
1996	0,20	14-02-96	0,34	14-02-96	20	90,9%	1977	0,30	1978	0,73
1997	2,63	28-02-97	7,27	28-02-97	21	95,5%	1996	0,20	1996	0,34
Prom.	1,87		5,38					1,87		5,38
Máx.	8,44		10,88					8,44		10,88
Mín.	0,20		0,34					0,20		0,34

(1) Qcamiña=A*Qcoscaya+B	***(2) Qmáx-i=A*Qmáx-d***
A = 9,0919	A = 3,5861
B = -1,2503	
R^2 = 0,8005	R^2 = 0,7016

Tabla Nº23
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS GRÁFICO Y TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

Probabilidad de Excedencia	Período de Retorno T (años)	(Valores Weibull) QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997) Qmáx diario (m3/s)	(m3/s/km2)	Qmáx instantáneo (m3/s)	(m3/s/km2)	Valores Ajustados (análisis gráfico) QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997) Qmáx diario (m3/s)	(m3/s/km2)	Qmáx instantáneo (m3/s)	(m3/s/km2)	**Transposición Puchuldiza** Qmáx inst (m3/s)
50%	2	1,50	0,003	6,38	0,01	1,43	0,003	6,34	0,012	0,92
20%	5	2,42	0,005	8,19	0,02	3,23	0,006	8,26	0,016	1,19
10%	**10**	**4,12**	**0,008**	**10,31**	**0,02**	**4,78**	**0,009**	**9,72**	**0,019**	**1,40**
5%	20	8,05	0,016	10,84	0,02	6,34	0,012	11,17	0,022	1,61
4%	25	8,91	0,017	10,92	0,02	6,84	0,013	11,64	0,023	1,68
2%	50	10,65	0,021	11,09	0,02	8,40	0,016	13,10	0,025	1,89
1%	100	11,52	0,022	11,17	0,02	9,95	0,019	14,55	0,028	2,10
0,5%	200					11,51	0,022	16,01	0,031	2,31
0,2%	500					13,57	0,026	17,94	0,035	2,59
0,1%	1.000					15,13	0,029	19,39	0,038	2,80
Atotal (km2)=			514		514,0		514,0		514,0	73,3
Pmáx (mm) =			38,6		38,6		38,6		38,6	39,1
								x >		
Y = A Ln(x) + B :						*x > 30%*	*x < 30%*	*50%*	*x < 50%*	
A=						*-1,720*	*-2,246*	*-9,296*	*-2,101*	*-0,3030*
B=						*0,242*	*-0,389*	*-0,334*	*4,880*	*0,7049*
R2=						*0,966*	*0,8293*	*0,9768*	*0,9524*	

Figura Nº19

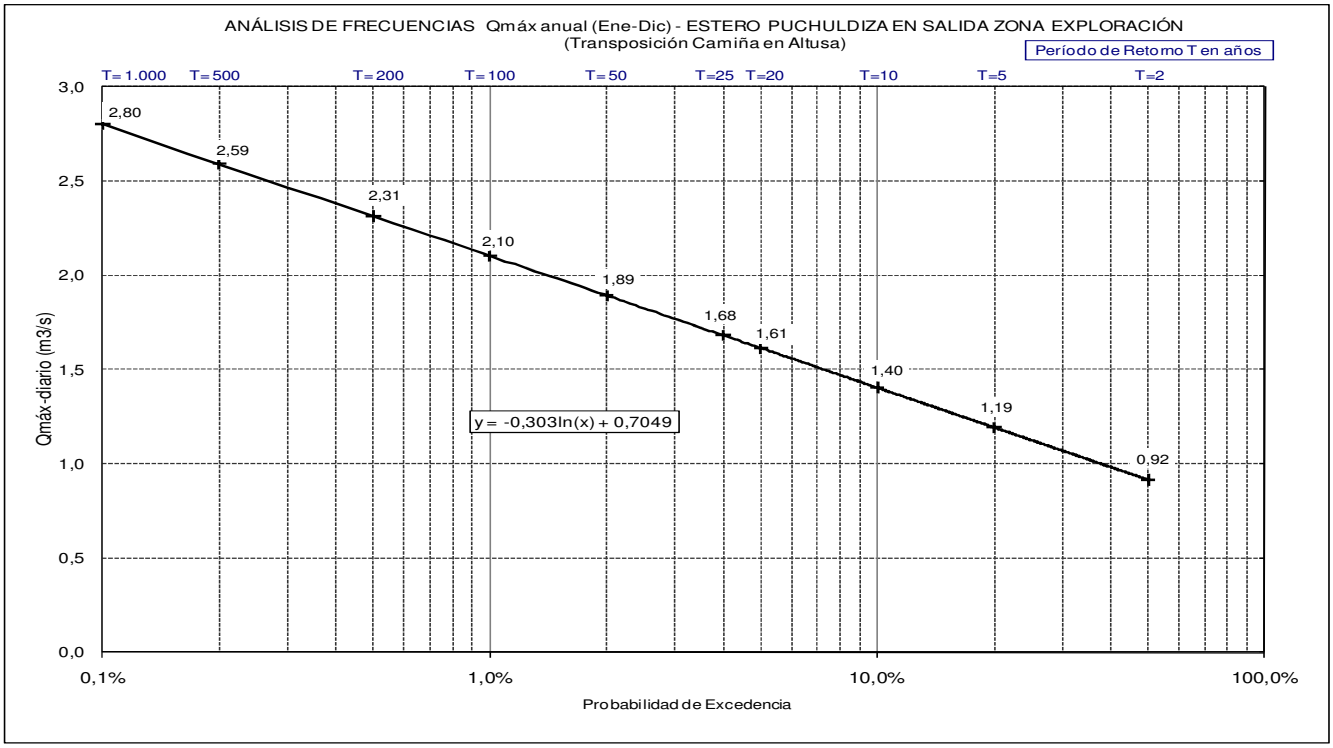


Figura Nº20

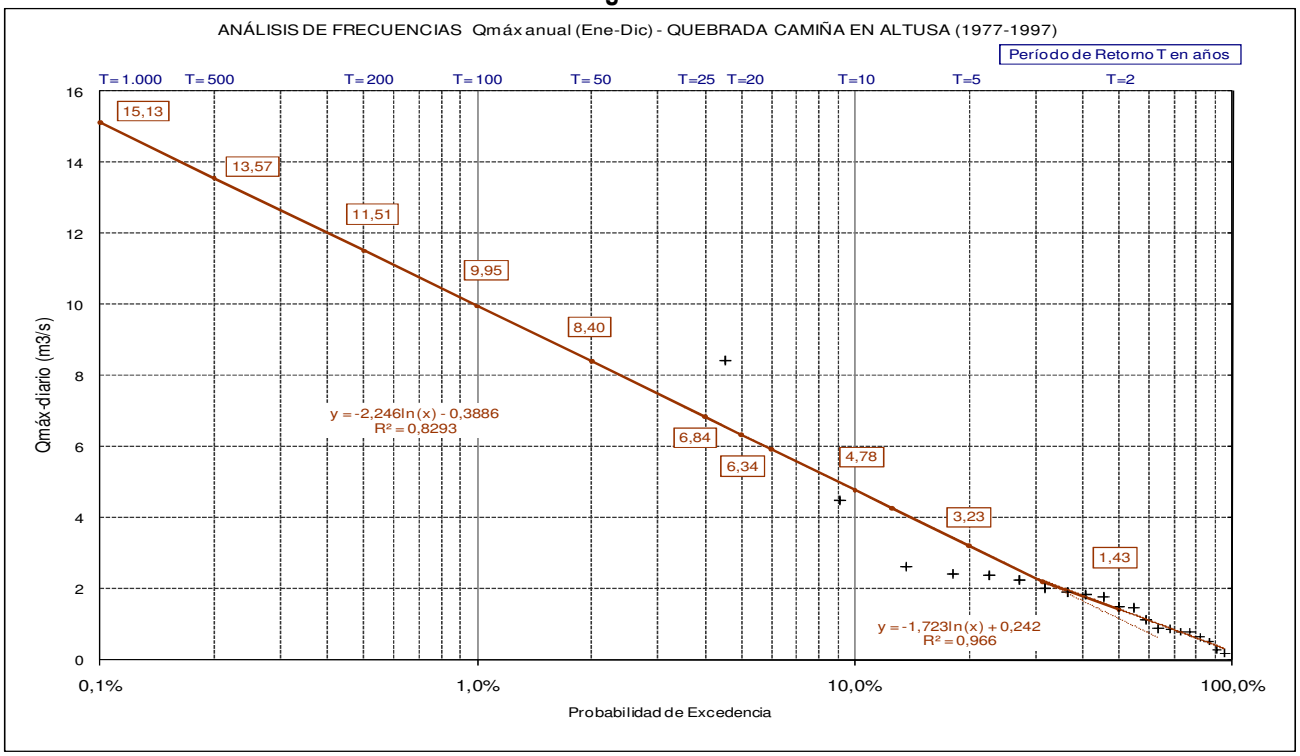


Figura Nº21

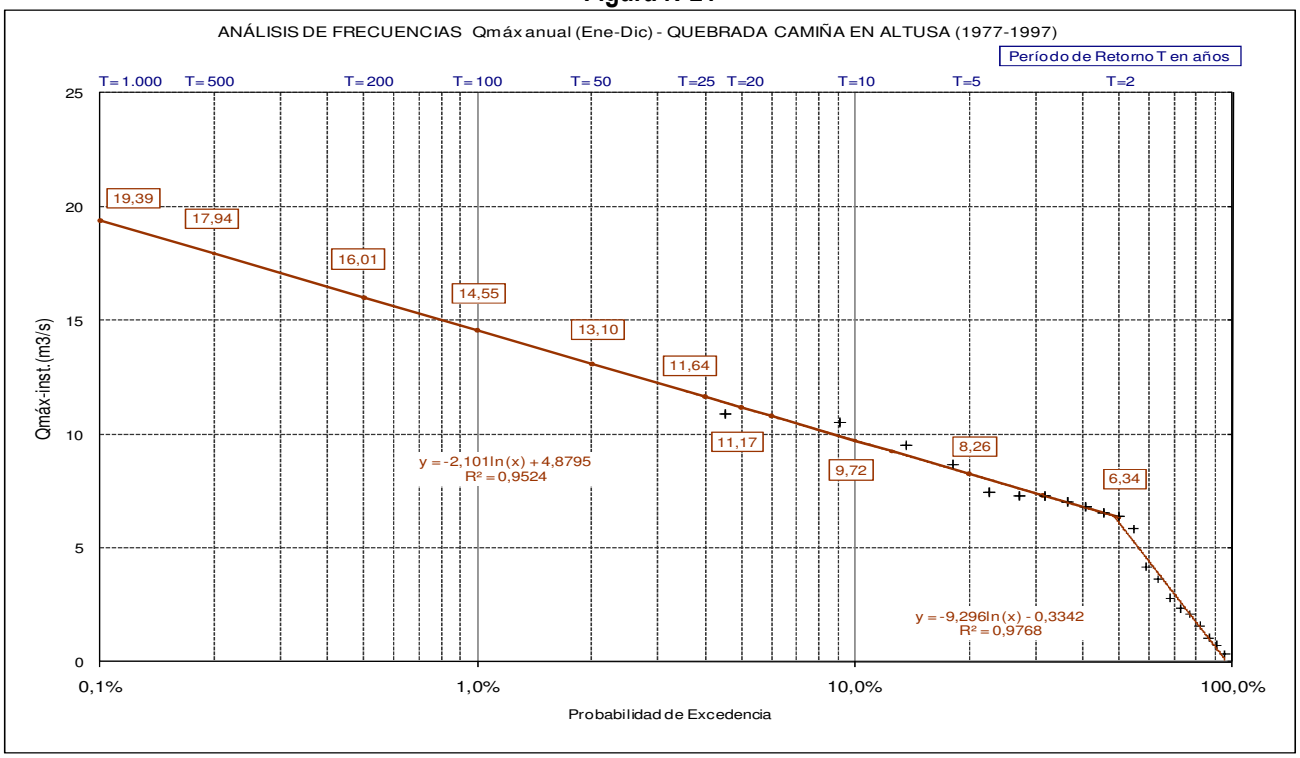


Tabla Nº24
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÍNIMOS
(Análisis Gráfico, fórmula de Weibull)

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997)

CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS.					ANÁLISIS DE FRECUENCIAS Qmín					
AÑO	Qmín-diario		Qmín-inst.			P(exc)	Qmín-d (dec)		Qmín-i (dec)	
	(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa	m		AÑO	(m3/s)	AÑO	(m3/s)
1977	**0,249**	***(1)***	***0,093***	***(2)***	1	4,5%	1978	0,280	1987	0,110
1978	0,280	19-11-78	***0,105***	***(2)***	2	9,1%	1977	0,249	1978	0,105
1979	0,140	22-11-79	***0,052***	***(2)***	3	13,6%	1986	0,220	1977	0,093
1980	0,150	04-11-80	0,080	29-11-80	4	18,2%	1987	0,170	1980	0,080
1981	0,160	15-12-81	0,070	16-01-81	5	22,7%	1989	0,170	1986	0,080
1982	0,160	16-11-82	0,050	27-11-82	6	27,3%	1991	0,170	1988	0,080
1983	0,030	19-11-83	***0,011***	***(2)***	7	31,8%	1981	0,160	1981	0,070
1984	0,130	12-10-84	0,010	10-12-84	8	36,4%	1982	0,160	1985	0,060
1985	0,140	13-12-85	0,060	31-01-85	9	40,9%	1988	0,160	1979	0,052
1986	0,220	06-11-86	0,080	02-12-86	10	45,5%	1980	0,150	1982	0,050
1987	0,170	13-11-87	0,110	20-11-87	11	50,0%	1979	0,140	1997	0,050
1988	0,160	08-12-88	0,080	10-01-88	12	54,5%	1985	0,140	1989	0,040
1989	0,170	05-12-89	0,040	05-12-89	13	59,1%	1984	0,130	1994	0,040
1990	0,100	02-10-90	0,010	23-11-90	14	63,6%	1997	0,130	1995	0,040
1991	0,170	20-11-91	0,010	20-11-91	15	68,2%	1990	0,100	1996	0,030
1992	0,090	05-02-92	0,010	22-09-92	16	72,7%	1992	0,090	1993	0,020
1993	0,060	15-12-93	0,020	28-10-93	17	77,3%	1995	0,090	1983	0,011
1994	0,080	28-10-94	0,040	12-10-94	18	81,8%	1994	0,080	1984	0,010
1995	0,090	12-12-95	0,040	22-11-95	19	86,4%	1996	0,080	1990	0,010
1996	0,080	15-09-96	0,030	04-11-96	20	90,9%	1993	0,060	1991	0,010
1997	0,130	08-01-97	0,050	09-01-97	**21**	95,5%	1983	0,030	1992	0,010
Prom.	0,141		0,050					0,141		0,050
Máx.	0,280		0,110					0,280		0,110
Mín.	0,030		0,010					0,030		0,010
(1) Qcamiña=A*Qcoscaya+B			***(2) Qmín-i=A*Qmín-d***							
A = 1,3877			A = 0,3739							
B = 0,0823										
R^2 = 0,4994			R^2 = 0,5869							

Tabla Nº25
ANÁLISIS DE FRECUENCIAS GRÁFICO Y TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS

Probabilidad de Excedencia	Período de Retorno T (años)	(Valores Weibull) QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997) Qmín diario (m3/s)	Qmín diario (l/s/km2)	Qmí instantáneo (m3/s)	Qmí instantáneo (l/s/km2)	Valores Ajustados (análisis gráfico) QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977-1997) Qmín diario (m3/s)	Qmín diario (l/s/km2)	Qmín instantáneo (m3/s)	Qmín instantáneo (l/s/km2)	**Transposición Puchuldiza** Qmín diario (l/s)
98%	*1,020*	*0,013*	*0,026*	*0,010*	*0,019*	*0,019*	*0,037*	*0,007*	*0,013*	*2,68*
95%	*1,053*	*0,033*	*0,064*	*0,010*	*0,019*	*0,034*	*0,067*	*0,008*	*0,015*	*4,89*
90%	*1,111*	*0,064*	*0,125*	*0,010*	*0,019*	*0,061*	*0,119*	*0,009*	*0,018*	*8,74*
85%	*1,176*	*0,080*	*0,156*	*0,010*	*0,019*	*0,090*	*0,175*	*0,012*	*0,023*	*12,81*
70%	*1,429*	*0,096*	*0,187*	*0,026*	*0,051*	*0,107*	*0,209*	*0,023*	*0,044*	*15,30*
50%	2	0,140	0,272	0,050	0,097	0,129	0,251	0,050	0,097	18,42
20%	5	0,170	0,331	0,080	0,156	0,189	0,367	0,077	0,151	26,91
10%	**10**	**0,243**	**0,473**	**0,102**	**0,199**	**0,234**	**0,455**	**0,098**	**0,191**	**33,34**
5%	20	0,277	0,539	0,109	0,213	0,279	0,542	0,119	0,232	39,76
4%	25	0,284	0,552	0,111	0,215	0,293	0,571	0,126	0,245	41,83
2%	50	0,297	0,579	0,113	0,220	0,338	0,658	0,147	0,285	48,26
1%	100	0,304	0,592	0,114	0,222	0,383	0,746	0,167	0,326	54,68
0,5%	200					0,428	0,834	0,188	0,366	61,11
0,2%	500					0,488	0,950	0,216	0,420	69,60
0,1%	1.000					0,533	1,037	0,236	0,460	76,02
Atotal (km2)=			514		514,0		514,0		514,0	73,3
					Y = A Ln(x) + B :	x > 85%	x < 85%	*x > 50%*	x < 50%	
					A=	*-0,499*	*-0,065*	*0,4966*	*-0,03*	
					B=	*0,009*	*0,084*	*-4,3980*	*0,03*	
					R2=	*0,9833*	*0,9402*	*0,8707*	*0,9329*	

Figura Nº22

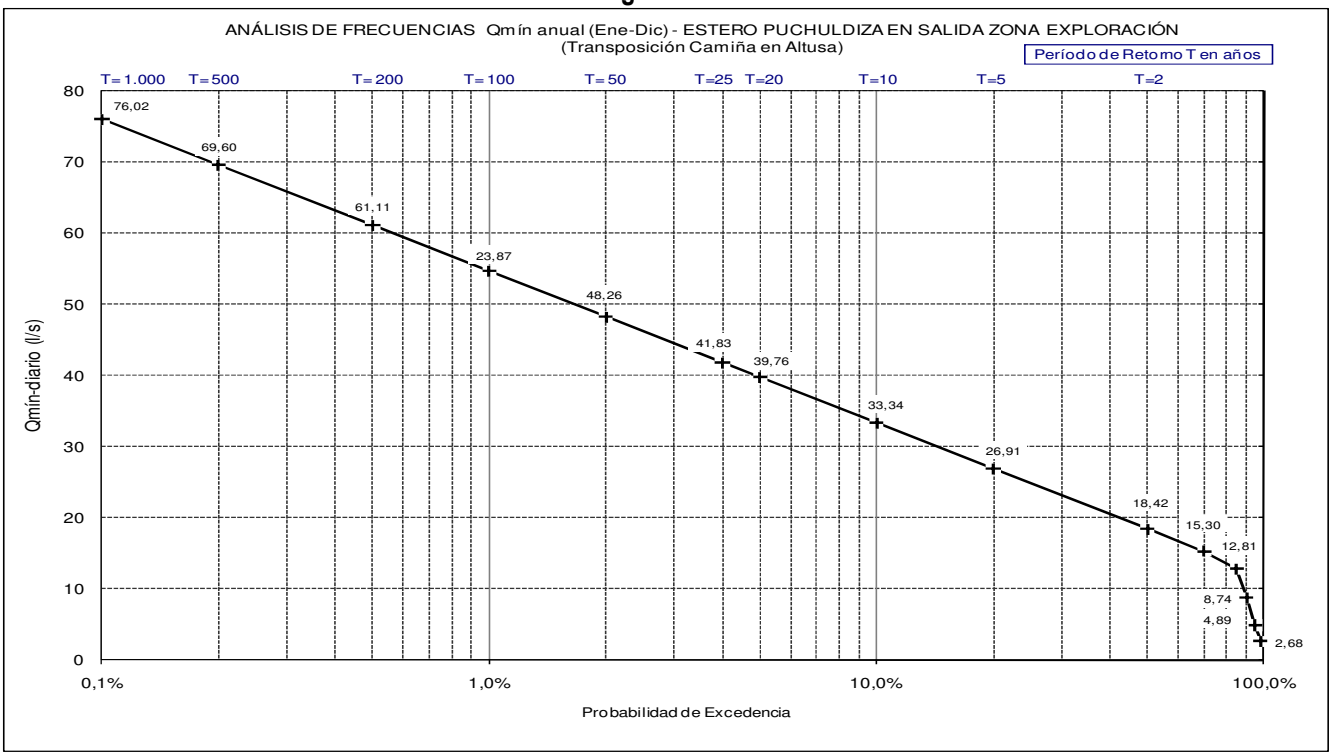

ANÁLISIS DE FRECUENCIAS Qmín anual (Ene-Dic) - ESTERO PUCHULDIZA EN SALIDA ZONA EXPLORACIÓN
(Transposición Camiña en Altusa)
Período de Retorno T en años
T=1.000
T=500
T=200
T=100
T=50
T=25
T=20
T=10
T=5
T=2
Qmín-diario (l/s)
Probabilidad de Excedencia
0,1%
1,0%
10,0%
100,0%
76,02
69,60
61,11
23,87
48,26
41,83
39,76
33,34
26,91
18,42
15,30
12,81
8,74
4,89
2,68

Figura Nº23

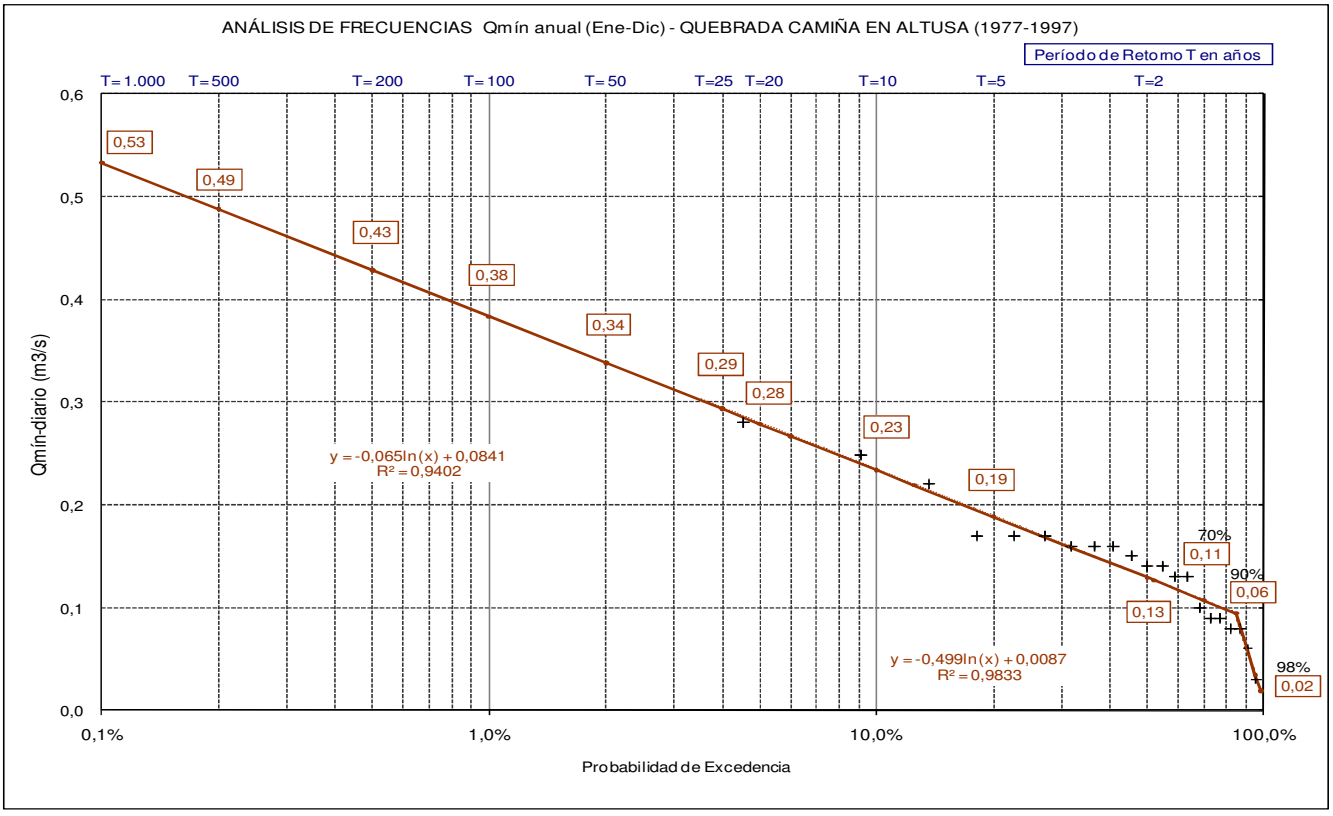
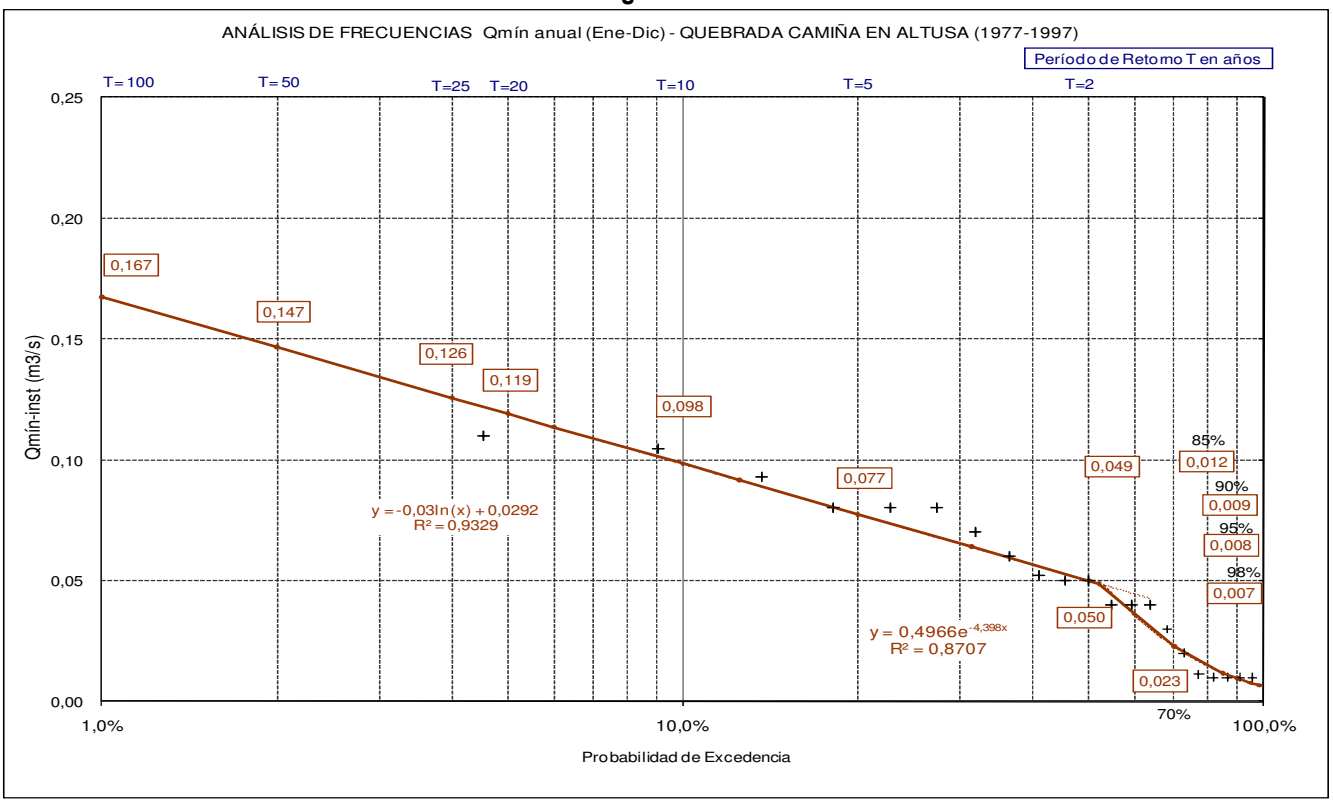


Figura Nº24



SUB ANEXOS

ANEXO 5.3.7-A1 ESTADÍSTICAS BÁSICAS
ANEXO 5.3.7-A 2 CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ANEXO 5.3.7-A 3 CAUDALES MEDIOS DIARIOS E INSTANTÁNEOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS

SUB ANEXO 5.3.7-A 1

ESTADÍSTICAS BÁSICAS
(Registros DGA)

Caudales Medios Mensuales:

Quebrada Camiña en Altusa (1978-2001)
Río Coscaya en Pampa Lirima (1977-1989)

Caudales Medios Diarios e Instantáneos Extremos:

Quebrada Camiña en Altusa (1978-2001)
Río Coscaya en Pampa Lirima (1977-1989)

Precipitaciones Mensuales:
Pumire (1962-1991)
Puchultiza (1982-1988)
Camiña (1971-2009)

Resumen de Precipitaciones Mensuales (Tablas)

Caudales Medios Mensuales

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 1
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)
PERIODO: 1978 - 2001

Estación : QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA
Código BNA: 01610002-1 — Latitud S 19 17 00 — UTM Norte : 7866366 mts
Altitud : 2280 msnm — Longitud 69 23 00 — UTM Este : 459169 mts
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tamarugal — SubCuen Quebrada de Camiña — Área de Drenaje: 0 km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
1978																			0,35	*	0,34		0,37	
1979	0,65		0,37		0,51		0,34		0,38		0,41		0,41		0,42		0,38		0,25		0,21		0,27	
1980	0,23		0,27		0,43		0,28		0,29		0,28		0,30		0,29		0,28		0,27		0,19		0,19	
1981	0,27		0,65	%							0,39	@	0,34		0,40		0,32		0,27		0,27		0,27	
1982	0,37		0,40		0,27		0,30		0,29		0,34		0,39		0,28		0,30		0,28		0,20		0,21	
1983	0,22	%	0,26	@	0,24		0,22		0,24		0,30		0,27		0,25		0,27		0,26		0,07	%	0,16	%
1984	0,77		0,89		0,76	@							0,36	*	0,34		0,25		0,19		0,28		0,30	
1985	0,26		0,96		0,96	%	0,36	%	0,33		0,31		0,30	%	0,32	%	0,22	*	0,19		0,23		0,33	
1986	0,63		0,77		0,64		0,44		0,37		0,38		0,37	%	0,37		0,31		0,28		0,26		0,34	
1987	1,93		0,69		0,41		0,32		0,23		0,26		0,28		0,24		0,26		0,22		0,19		0,20	
1988	0,33		0,35		0,33		0,30		0,29		0,29		0,31		0,29		0,31		0,26		0,24		0,24	
1989	0,34		0,43		0,32		0,31		0,27		0,28		0,25		0,25	%	0,28		0,31		0,22		0,21	
1990	0,28		0,26		0,33		0,19		0,21		0,21		0,21	%	0,20		0,16		0,21		0,18	%		
1991	0,68		0,31		0,43		0,23		0,20		0,22		0,25		0,30		0,28		0,23		0,21		0,24	
1992	0,31	%	0,17		0,16		0,16		0,17		0,21		0,21		0,22		0,21	%						
1993							0,26		0,25		0,27		0,25		0,36		0,25		0,21		0,15		0,26	
1994	0,53		0,67		0,27		0,22		0,26		0,21		0,21		0,25		0,24		0,14		0,10		0,15	
1995	0,20		0,12		0,17		0,12		0,12		0,12		0,14		0,13		0,12		0,11		0,11		0,10	
1996	0,11		0,14		0,13	%	0,12		0,11	%	0,13	%	0,12		0,11		0,11		0,13		0,14		0,14	
1997	0,28	%	0,93	@																				
2001	1,20	*	0,87		1,00	*																		

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 2
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)
PERIODO: 1977 - 1989

Estación : RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Código BNA: 01730001-6 — Latitud S 19 52 00 — UTM Norte : 7802169 mts
Altitud : 3540 msnm — Longitud 68 57 00 — UTM Este : 504274 mts
Cuenca : Pampa del Tamarugal — SubCuen Quebrada de Tarapaca — Área de Drenaje: 0 km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
1977																							0,14	%
1978	0,16		0,16		0,14		0,15				0,15		0,17		0,17		0,17	@	0,17		0,14		0,15	
1979	0,23		0,18		0,25		0,25		0,30		0,30		0,29		0,21		0,11		0,09		0,08		0,10	
1980	0,11		0,13		0,19		0,16		0,17		0,17		0,13		0,13		0,11		0,12		0,14		0,03	
1981	0,07		0,21		0,25		0,17		0,11		0,16		0,25	%	0,22		0,24		0,17	%	0,10	%	0,10	
1982	0,13		0,12		0,11		0,13		0,12		0,05		0,06		0,06		0,16		0,12		0,13		0,11	
1983	0,12		0,17		0,21		0,22		0,26		0,34		0,20		0,18		0,18		0,15		0,14		0,15	
1984	0,54		0,99		0,37		0,13		0,13		0,08		0,06		0,16		0,16		0,13		0,13		0,11	
1985	0,13		0,27		0,19		0,15		0,16	*	0,16		0,13		0,10		0,11		0,11		0,11		0,10	
1986	0,12		0,11		0,14		0,13		0,14		0,15		0,19		0,19		0,17		0,15		0,12		0,15	
1987	0,39		0,20		0,17		0,17		0,18		0,21		0,26		0,12		0,14		0,09		0,09		0,09	
1988	0,14		0,13		0,17		0,18		0,16		0,15		0,14		0,13		0,11		0,11		0,11		0,12	
1989	0,14		0,24	*																				

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes

Caudales Medios Diarios e Instantáneos Extremos

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 1
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS EXTREMOS (m3/s)
PERIODO: 1978 - 2001

Estación : QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA
Código BNA : 01610002-1 — Latitud S : 19 17 00 — UTM Norte 7866366 mts
Altitud : 2280 msnm — Longitud W : 69 23 00 — UTM Este 459169 mts
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tamarugal — SubCuenca : Quebrada de Camiña — Area de Drenaje 0 km2

MINIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1978		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,34	30	0,28	19	0,29	12
1979	0,38	15	0,33	20	0,40	13	0,32	22	0,34	5	0,34	18	0,35	27	0,40	26	0,35	29	0,21	24	0,14	22	0,19	1
1980	0,15	31	0,15	5	0,19	1	0,23	9	0,26	26	0,25	20	0,26	28	0,25	26	0,25	19	0,22	19	0,15	4	0,15	17
1981	0,18	16	0,19	16		-		-		-	0,35	23	0,23	14	0,30	22	0,26	28	0,24	15	0,21	24	0,16	15
1982	0,21	14	0,27	12	0,19	27	0,23	15	0,24	22	0,25	8	0,34	30	0,24	31	0,22	6	0,23	21	0,16	16	0,16	8
1983	0,12	21	0,15	16	0,17	12	0,15	11	0,20	16	0,23	1	0,22	31	0,22	26	0,18	7	0,18	6	0,03	19	0,12	11
1984	0,21	28	0,37	3	0,61	15		-		-		-	0,28	24	0,23	28	0,20	11	0,13	12	0,14	13	0,16	24
1985	0,16	31	0,20	3	0,43	24	0,25	5	0,27	29	0,24	9	0,23	26	0,24	26	0,19	27	0,15	21	0,16	8	0,14	13
1986	0,37	18	0,44	19	0,45	12	0,35	29	0,33	20	0,34	9	0,33	5	0,32	14	0,29	25	0,24	21	0,22	6	0,23	2
1987	0,43	15	0,37	5	0,30	29	0,28	26	0,17	16	0,24	4	0,23	29	0,21	29	0,23	30	0,19	28	0,17	13	0,17	22
1988	0,16	10	0,20	19	0,24	5	0,26	1	0,26	15	0,27	18	0,28	22	0,25	26	0,25	5	0,22	27	0,21	14	0,20	8
1989	0,25	7	0,22	24	0,21	7	0,22	24	0,24	18	0,26	10	0,21	10	0,21	17	0,24	16	0,26	31	0,18	30	0,17	5
1990	0,22	18	0,19	26	0,16	24	0,13	9	0,16	8	0,15	12	0,16	16	0,17	11	0,13	30	0,10	2	0,13	23		-
1991	0,25	15	0,20	18	0,22	3	0,18	18	0,18	8	0,19	23	0,21	1	0,22	9	0,21	30	0,20	1	0,17	20	0,20	11
1992	0,18	28	0,09	5	0,13	13	0,12	9	0,14	20	0,17	24	0,18	27	0,12	5	0,13	22		-		-		-
1993		-		-		-	0,16	4	0,22	16	0,25	26	0,23	31	0,19	11	0,21	13	0,14	31	0,11	30	0,06	15
1994	0,18	26	0,37	1	0,20	31	0,17	26	0,20	1	0,16	9	0,13	19	0,21	16	0,20	10	0,08	28	0,08	1	0,09	24
1995	0,12	24	0,09	15	0,12	30	0,10	22	0,10	16	0,10	6	0,12	21	0,11	28	0,11	26	0,10	4	0,10	30	0,09	12
1996	0,08	15	0,09	7	0,11	17	0,08	24	0,10	17	0,09	9	0,10	27	0,09	16	0,08	15	0,10	10	0,10	4	0,12	2
1997	0,13	8	0,37	19		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2001	1,20	31	0,01	24	0,59	2		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MAXIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1978		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,35	31	0,48	30	0,52	3
1979	1,50	24	0,43	1	0,87	2	0,38	1	0,41	31	0,45	29	0,46	8	0,45	10	0,43	13	0,40	1	0,24	7	0,59	24
1980	0,35	1	0,71	17	1,78	22	0,32	12	0,34	5	0,31	16	0,36	14	0,33	10	0,32	23	0,32	26	0,23	1	0,22	19
1981	0,69	29	2,44	9		-		-		-	0,50	29	0,48	4	0,54	9	0,43	3	0,31	1	0,34	11	0,74	29
1982	0,66	3	0,89	2	0,50	5	0,37	7	0,38	2	0,42	26	0,51	26	0,41	2	0,40	14	0,38	30	0,32	1	0,28	3
1983	0,33	8	0,37	11	0,80	16	0,28	30	0,32	8	0,45	17	0,32	14	0,29	6	0,71	13	0,41	29	0,19	1	0,28	31
1984	1,73	11	1,90	16	0,99	11		-		-		-	0,40	31	0,51	9	0,30	4	0,24	31	0,60	25	0,51	1
1985	0,43	7	2,17	24	4,49	9	0,60	2	0,43	5	0,36	15	0,35	17	0,37	14	0,24	26	0,25	6	0,44	23	0,86	21
1986	1,28	31	1,84	7	1,06	20	0,71	1	0,42	4	0,46	1	0,42	25	0,45	22	0,34	3	0,31	11	0,36	8	0,71	29
1987	8,44	23	1,29	13	0,67	2	0,36	10	0,30	7	0,31	20	0,34	7	0,34	30	0,29	14	0,29	21	0,22	2	0,22	26
1988	0,91	30	2,38	1	0,57	10	0,38	3	0,32	24	0,33	30	0,33	4	0,33	4	0,43	18	0,30	2	0,27	8	0,33	30
1989	0,55	12	1,13	8	0,61	10	0,41	9	0,29	8	0,33	21	0,29	16	0,29	26	0,33	30	0,34	13	0,29	1	0,25	25
1990	0,44	23	0,44	20	2,03	11	0,24	3	0,26	26	0,25	19	0,25	15	0,23	23	0,19	6	0,28	31	0,27	3		-
1991	2,26	11	0,80	24	1,67	14	0,27	1	0,23	1	0,26	28	0,29	31	0,33	30	0,35	1	0,27	4	0,25	13	0,28	6
1992	0,65	14	0,20	7	0,18	30	0,19	2	0,20	31	0,24	26	0,27	4	0,34	16	0,23	7		-		-		-
1993		-		-		-	0,29	17	0,30	30	0,29	5	0,31	14	0,50	13	0,31	2	0,27	12	0,21	4	0,78	31
1994	1,30	4	1,47	10	0,35	1	0,31	17	0,30	29	0,26	26	0,26	10	0,28	7	0,28	1	0,26	5	0,12	27	0,27	13
1995	0,88	28	0,16	1	0,54	18	0,14	14	0,14	19	0,19	13	0,16	25	0,15	7	0,14	12	0,14	26	0,13	17	0,12	29
1996	0,16	26	0,20	14	0,16	2	0,14	1	0,13	6	0,15	19	0,13	3	0,18	30	0,15	1	0,16	24	0,16	17	0,18	29
1997	0,79	22	2,63	28		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2001	1,20	31	1,45	14	1,42	1		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 2
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS EXTREMOS (m3/s)
PERIODO: 1977 - 1989

Estación : RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Código BNA : 01730001-6 — Latitud S : 19 52 00 — UTM Norte 7802169 mts
Altitud : 3540 msnm — Longitud W : 68 57 00 — UTM Este 504274 mts
Cuenca : Pampa del Tamarugal — SubCuenca : Quebrada de Tarapaca — Área de Drenaje 0 km2

MINIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1977		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,12	29
1978	0,12	25	0,12	27	0,13	12	0,13	30		-	0,12	29	0,16	30	0,14	26	0,15	3	0,13	31	0,12	1	0,12	31
1979	0,13	1	0,16	21	0,21	1	0,23	4	0,26	3	0,26	24	0,26	12	0,19	17	0,08	17	0,08	2	0,07	29	0,07	3
1980	0,10	16	0,11	3	0,15	31	0,14	6	0,15	1	0,13	30	0,12	8	0,12	23	0,10	18	0,11	22	0,13	4	0,02	2
1981	0,03	1	0,08	15	0,22	20	0,07	26	0,08	5	0,11	5	0,09	29	0,11	1	0,16	25	0,13	23	0,08	30	0,06	22
1982	0,08	15	0,09	15	0,07	31	0,10	19	0,10	14	0,03	19	0,04	2	0,05	23	0,15	17	0,10	23	0,12	30	0,10	21
1983	0,10	8	0,13	1	0,18	3	0,19	1	0,23	15	0,20	12	0,02	9	0,15	19	0,14	26	0,14	23	0,13	23	0,13	10
1984	0,27	1	0,45	4	0,19	31	0,11	20	0,07	25	0,06	20	0,05	23	0,05	8	0,13	26	0,11	25	0,10	25	0,10	7
1985	0,11	21	0,11	3	0,13	25	0,14	16	0,15	1	0,14	21	0,09	25	0,08	20	0,09	1	0,10	31	0,09	11	0,08	16
1986	0,09	14	0,09	19	0,11	11	0,13	14	0,13	19	0,10	30	0,12	2	0,17	18	0,15	25	0,14	28	0,06	18	0,09	1
1987	0,17	15	0,16	26	0,16	28	0,16	6	0,16	17	0,17	14	0,12	31	0,10	12	0,08	29	0,08	4	0,09	14	0,09	2
1988	0,09	3	0,12	10	0,15	3	0,16	20	0,10	22	0,09	24	0,08	17	0,10	31	0,10	2	0,10	25	0,11	3	0,10	10
1989	0,11	17	0,13	3		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MAXIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1977		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,17	13
1978	0,24	31	0,31	2	0,18	24	0,16	18		-	0,19	12	0,18	15	0,19	4	0,20	28	0,20	7	0,18	29	0,21	3
1979	0,39	25	0,23	27	0,28	28	0,27	21	0,32	31	0,33	16	0,34	13	0,24	7	0,22	1	0,10	15	0,09	1	0,15	24
1980	0,16	20	0,16	29	0,30	23	0,17	25	0,19	17	0,20	6	0,16	15	0,17	2	0,12	1	0,14	29	0,15	29	0,04	20
1981	0,17	29	0,45	26	0,34	3	0,33	8	0,16	25	0,24	23	0,45	27	0,28	27	0,25	4	0,22	1	0,13	3	0,33	29
1982	0,20	19	0,18	21	0,26	5	0,17	1	0,16	31	0,06	9	0,07	8	0,06	15	0,19	7	0,15	5	0,14	24	0,13	11
1983	0,14	29	0,22	3	0,28	15	0,25	26	0,30	31	0,50	21	0,37	1	0,21	16	0,25	12	0,17	11	0,17	5	0,18	31
1984	0,90	11	1,80	23	0,82	1	0,19	8	0,29	6	0,13	10	0,08	5	0,23	17	0,19	9	0,17	31	0,21	1	0,14	22
1985	0,20	7	0,42	23	0,39	1	0,21	1	0,17	27	0,17	25	0,23	9	0,14	4	0,13	14	0,13	11	0,18	23	0,14	26
1986	0,17	29	0,15	24	0,22	20	0,16	9	0,19	31	0,21	11	0,28	22	0,23	21	0,18	1	0,16	15	0,29	8	0,40	31
1987	1,04	23	0,28	1	0,20	12	0,18	25	0,20	31	0,24	20	0,31	6	0,17	21	0,17	14	0,12	20	0,10	29	0,10	26
1988	0,21	21	0,22	1	0,22	14	0,20	5	0,20	31	0,19	10	0,17	3	0,19	2	0,12	30	0,12	6	0,12	29	0,17	30
1989	0,21	27	0,38	10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 1
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES INSTANTANEOS DIARIOS EXTREMOS (m3/s)
PERIODO: 1978 - 2001

Estación : QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA
Código BNA : 01610002-1 — Latitud S : 19 17 00 — UTM Norte 7866366 mts
Altitud : 2280 msnm — Longitud W : 69 23 00 — UTM Este 459169 mts
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tamarugal — SubCuenca : Quebrada de Camiña — Area de Drenaje 0 km2

MINIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1978		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,28	31	0,21	23	0,22	12
1979	0,37	15	0,23	17	0,36	13	0,25	12	0,28	1	0,22	18	0,25	13	0,27	23	0,27	6		-		-		-
1980		-		-		-		-	0,18	8	0,18	3	0,18	21	0,18	26	0,15	14	0,16	19	0,08	29	0,08	24
1981	0,07	16	0,26	14		-		-		-	0,24	23	0,13	14	0,23	30	0,16	22	0,14	28	0,11	16	0,11	16
1982	0,13	14	0,19	13	0,19	14	0,14	15	0,15	25	0,19	8	0,25	30	0,14	25	0,15	20	0,12	18	0,05	27	0,07	13
1983	0,07	26	0,11	16	0,06	27	0,07	11	0,12	26	0,12	18	0,14	27	0,12	30	0,07	28	0,07	30	0,03	25	0,06	27
1984	0,03	28	0,27	17	0,43	15		-		-		-	0,19	24	0,16	29	0,07	15	0,07	23	0,05	13	0,01	10
1985	0,06	31	0,07	23	0,37	24	0,09	6	0,14	29	0,06	9	0,16	28	0,14	2	0,12	28	0,09	27	0,07	14	0,07	17
1986	0,27	18	0,33	27	0,35	30	0,27	29	0,26	8	0,23	19	0,22	30	0,24	12	0,21	24	0,12	22	0,09	25	0,08	2
1987	0,39	12	0,33	25	0,22	29	0,23	30	0,14	16	0,18	11	0,14	30	0,15	6	0,19	24	0,12	31	0,11	20	0,11	12
1988	0,08	10	0,14	19	0,15	26	0,19	29	0,21	19	0,20	6	0,20	14	0,14	26	0,17	26	0,13	28	0,11	11	0,09	12
1989	0,17	20	0,22	3	0,18	26	0,19	24	0,17	15	0,19	28	0,12	10	0,16	1		-		-	0,06	30	0,04	5
1990	0,09	7	0,12	26	0,11	24	0,08	15	0,09	8	0,12	12	0,09	16	0,08	25	0,04	27	0,04	29	0,01	23		-
1991	0,23	21	0,10	15	0,13	3	0,04	3	0,04	30	0,07	22	0,07	21	0,07	27	0,04	29	0,19	1	0,01	20	0,03	23
1992	0,04	1	0,04	22	0,01	8	0,02	4		-		-		-	0,04	21	0,04	22		-		-		-
1993		-		-		-	0,05	4	0,13	16	0,15	26	0,14	12	0,15	11	0,04	25	0,02	28		-	0,05	15
1994	0,10	26		-		-	0,06	10	0,09	7	0,08	10	0,04	19	0,04	2	0,15	27	0,04	12	0,05	2	0,07	29
1995	0,04	17	0,06	20	0,07	30	0,06	6	0,05	13	0,04	10	0,05	28	0,06	4	0,06	27	0,06	31	0,04	22	0,04	27
1996	0,04	3	0,04	7	0,05	7	0,04	24	0,05	29	0,04	12	0,04	23	0,04	16	0,03	24	0,03	22	0,03	4	0,04	3
1997	0,05	9	0,35	20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2001	1,09	31		12	0,41	2		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MAXIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1978		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,38	31	0,62	30	0,73	3
1979	3,62	24	0,48	28	3,13	2	0,42	1	0,48	29	0,51	27	0,53	14	0,54	7	0,47	6		-		-		-
1980		-		-		-		-	0,37	22	0,39	29	0,40	13	0,37	21	0,38	23	0,38	26	0,24	4	0,24	20
1981	2,09	29	7,28	9		-		-		-	0,62	28	0,62	4	0,49	23	0,49	6	0,37	3	0,39	11	1,40	29
1982	1,11	2	1,58	2	0,61	4	0,36	19	0,48	2	0,54	26	0,64	28	0,43	1	1,24	14	0,48	29	0,37	26	0,33	3
1983	0,49	9	0,54	6	1,41	16	0,29	30	0,40	21	0,57	16	0,46	14	0,35	5	2,10	13	0,54	30	0,29	1	0,35	31
1984	1,79	11	6,55	16	1,21	11		-		-		-	0,51	28	0,69	11	0,37	4	0,46	31	0,72	25	0,63	11
1985	0,46	8	4,22	23	10,51	8	0,69	22	0,51	28	0,43	24	0,51	12	0,46	5	0,35	30	0,35	1	0,89	18	1,99	21
1986	2,96	31	6,80	7	1,28	20	0,96	1	0,48	27	0,50	22	0,52	10	0,57	22	0,40	3	0,35	2	0,52	8	1,04	29
1987	10,88	22	5,61	13	1,02	2	0,45	10	0,33	1	0,33	12	0,44	9	0,33	17	0,34	10	0,34	21	0,24	5	0,25	26
1988	2,20	30	9,50	1	1,02	7	0,60	3	0,35	31	0,44	22	0,43	29	0,45	4	0,67	19	0,35	3	0,34	5	0,41	30
1989	0,81	12	5,84	8	1,40	10	0,58	8	0,36	31	0,37	15	0,72	24	0,34	25		-		-	0,21	30	0,28	25
1990	0,72	31	0,69	18	8,67	11	0,29	2	0,37	30	0,37	6	0,41	15	0,29	1	0,24	9	0,30	30	0,30	1		-
1991	3,16	28	6,52	24	7,03	13	0,30	2	0,28	26	0,38	24	0,47	19	0,38	30	0,37	2	0,20	1	0,27	30	0,34	3
1992	0,32	2	0,23	27	0,21	21	0,24	21		-		-		-	0,44	16	0,30	4		-		-		-
1993		-		-		-	0,35	5	0,32	30	0,34	25	0,39	9	0,43	5	0,32	16	0,29	12		-	0,99	30
1994	4,18	3		-		-	0,34	16	0,34	29	0,28	16	0,27	30	0,30	12	0,29	1	0,28	1	0,16	23	0,39	13
1995	7,46	28	0,17	1	1,23	18	0,16	14	0,17	12	0,27	13	0,26	23	0,18	7	0,15	13	0,15	26	0,17	17	0,14	30
1996	0,19	26	0,34	14	0,30	1	0,15	16	0,14	15	0,23	30	0,24	2	0,22	30	0,20	1	0,17	26	0,19	12	0,21	29
1997	3,66	22	7,27	28		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-
2001	1,23	31	1,45	28	1,45	1		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA 2
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA EMISION INFORME 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

CAUDALES INSTANTANEOS DIARIOS EXTREMOS (m3/s)

PERIODO: 1977 - 1989

Estación : RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Código BNA : 01730001-6 — Latitud S : 19 52 00 — UTM Norte 7802169 mts
Altitud : 3540,00 msnm — Longitud W : 68 57 00 — UTM Este 504274 mts
Cuenca : Pampa del Tamarugal — SubCuenca : Quebrada de Tarapaca — Área de Drenaje 0 km2

MINIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1977		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,10	28
1978	0,10	24	0,11	26	0,10	12	0,10	21		-	0,08	17	0,10	5	0,10	28	0,10	7	0,11	30	0,11	23	0,10	31
1979	0,11	1	0,14	21	0,19	30	0,17	5	0,18	3	0,19	25	0,16	12	0,10	17	0,05	13	0,06	1	0,05	29	0,07	1
1980	0,09	12	0,14	28	0,14	2	0,14	27	0,11	1	0,10	27	0,10	8	0,08	22	0,07	18	0,12	31	0,10	10	0,01	1
1981	0,03	1	0,07	15	0,19	27	0,03	28	0,03	2	0,03	27	0,03	1	0,05	1	0,12	16	0,09	22	0,06	22	0,05	7
1982	0,08	15	0,08	15	0,06	31	0,08	19	0,06	14	0,01	19	0,01	2	0,02	5	0,09	18	0,09	4	0,10	28	0,09	21
1983	0,10	11	0,12	1	0,15	31	0,13	29	0,13	17	0,12	12	0,02	10	0,09	24	0,09	20	0,09	19	0,09	29	0,10	6
1984	0,25	3	0,45	5	0,18	31	0,09	30	0,05	15	0,04	20	0,04	29	0,04	9	0,09	28	0,10	25	0,10	25	0,10	31
1985	0,10	21	0,10	1	0,13	25	0,11	28	0,11	2	0,10	22	0,06	25	0,05	20	0,07	4	0,07	1	0,08	10	0,08	13
1986	0,08	15	0,09	19	0,10	11	0,09	26	0,08	20	0,05	30	0,07	1	0,11	18	0,11	25	0,10	21	0,05	17	0,07	1
1987	0,16	14	0,15	27	0,14	27	0,12	27	0,11	16	0,12	14	0,05	31	0,05	10	0,05	15	0,05	5	0,07	7	0,08	11
1988	0,09	7	0,11	25	0,14	3	0,12	20	0,07	20	0,07	22	0,06	14	0,05	17	0,06	14	0,06	31	0,06	2	0,08	1
1989	0,10	25	0,11	3		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-

MAXIMO

AÑO	ENE	Día	FEB	Día	MAR	Día	ABR	Día	MAY	Día	JUN	Día	JUL	Día	AGO	Día	SEP	Día	OCT	Día	NOV	Día	DIC	Día
1977		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	0,32	31
1978	0,30	31	0,39	2	0,20	24	0,20	29		-	0,27	15	0,26	21	0,23	9	0,26	28	0,25	1	0,19	29	0,25	2
1979	0,50	24	0,24	27	0,33	2	0,33	20	0,39	13	0,43	9	0,40	4	0,38	7	0,33	6	0,13	3	0,10	21	0,17	23
1980	0,13	10	0,20	29	0,38	23	0,21	28	0,26	7	0,39	13	0,21	14	0,30	1	0,17	7	0,17	31	0,21	25	0,06	20
1981	0,21	29	1,14	26	0,47	3	0,36	6	0,29	30	0,63	25	0,60	12	0,46	8	0,42	17	0,29	9	0,20	3	0,37	29
1982	0,24	19	0,20	21	0,31	5	0,17	1	0,29	31	0,20	20	0,21	24	0,18	11	0,29	7	0,23	5	0,15	28	0,13	12
1983	0,18	31	0,25	16	0,31	15	0,31	26	0,45	31	0,64	22	0,45	6	0,36	4	0,39	12	0,25	8	0,23	17	0,23	23
1984	1,13	10	2,09	23	0,84	1	0,23	8	0,33	8	0,31	10	0,18	5	0,99	10	0,31	11	0,25	3	0,23	1	0,15	15
1985	0,22	7	0,64	24	0,43	1	0,22	1	0,23	30	0,26	14	0,33	9	0,42	10	0,20	6	0,20	5	0,20	23	0,15	19
1986	0,27	6	0,16	24	0,26	20	0,19	29	0,30	31	0,31	10	0,31	24	0,33	21	0,30	2	0,23	31	0,32	8	0,42	31
1987	1,19	23	0,31	2	0,22	15	0,22	30	0,27	30	0,31	17	0,46	30	0,33	2	0,32	7	0,15	21	0,11	8	0,11	11
1988	0,24	21	0,24	1	0,22	14	0,22	5	0,32	23	0,28	10	0,25	16	0,24	3	0,18	15	0,16	16	0,17	23	0,19	31
1989	0,25	27	0,43	10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-

Precipitaciones Mensuales

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA : 1
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA : 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PRECIPITACION MENSUAL [m.m] PER 1962 - 1991

Estación : PUMIRE
Código BNA: 01610003-K — Latitud S : 19 05 00 — UTM Norte : 7888600 mts
Altitud : 4150 msnm — Longitud W : 69 06 00 — UTM Este : 488340 mts
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tama — SubCuenca : Quebrada de Camiña — Área de Drenaje: 0 km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
1962	0,0		0,0		0,0		15,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		10,5		9,5	
1963	107,2		130,0		82,2		2,0		0,0		2,0		0,0		0,0		32,2		0,0		0,5		14,2	
1964	31,4		65,2		27,4		31,8		0,0		0,0		0,0		8,5		0,0		0,0		0,0		66,6	
1965	24,5		32,1		15,7		0,0		0,0		0,0		0,5		1,5		38,2		0,0		0,0		7,0	
1966	0,0		37,2		3,5		0,0		0,7		0,0		0,0		0,0		0,0		1,0		2,7		21,4	
1967	26,5		114,0		52,8		6,4		0,0		8,5		1,0		0,0		0,0		0,0		2,4		23,0	
1968	127,0		102,5		80,4		0,0		2,7		0,0		0,0		0,0		0,0		4,5		9,0		0,0	
1969	115,3		77,3		36,0		0,0		0,0		3,7		0,0		0,0		2,5		0,0		0,0		28,5	
1970	129,1		98,2		30,7		6,5		28,5		0,0		0,0		0,0		0,0		3,5		0,0		16,2	
1971	116,8		173,7		0,0		17,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		22,0		70,5	
1972	226,6		155,6		84,8		0,0		0,0		0,0		24,0		0,0		36,0		0,0		0,0		61,4	
1973	212,0		165,0		91,0		10,5		8,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1974	228,1		213,3		0,0		49,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1975	182,6		319,0		129,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		40,5	
1976	65,0		191,0		135,0		16,5		0,0		14,0		0,0		8,0		42,0		0,0		0,0		58,0	
1977	3,5		437,5		43,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		3,5		1,0		41,0	
1978	77,0				77,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1979	123,0		8,5		38,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		17,0	
1980	0,0		6,5		19,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1981			44,5		25,0		3,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		6,0	
1982	40,0		22,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1983	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		4,5	
1984	103,5		88,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		25,0		0,0		18,0		0,0		0,0	
1985	0,0		56,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		1,8	
1986	33,6		22,5		17,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		10,4	
1987	125,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1988	27,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1989	0,0		0,0		0,0																		0,0	
1990	7,0		0,0		5,5		0,0																31,5	
1991	46,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0					

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA : 4
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA : 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PRECIPITACION MENSUAL [m.m] PER 1982 - 1988

Estación : PUCHULTIZA
Código BNA: 01720004-6 — Latitud S : 19 24 00 — UTM Norte : 7853378 mts
Altitud : 4300 msnm — Longitud W : 68 56 00 — UTM Este : 506066 mts
Cuenca : Pampa del Tamarugal — SubCuenca : Quebrada de Aroma — Área de Drenaje: 0 km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
1982																	0,0		0,0		0,0		13,5	
1983	0,0		0,5		4,5		0,0		2,5		18,0		0,0		0,0		11,5		0,0		0,0		6,2	
1984	125,1		143,5		41,4		1,0		0,0		32,8		0,0		16,5		0,0		16,5		34,5		6,5	
1985	26,7		57,2		34,2		0,1		0,3		1,5		0,0		0,0		11,0		0,0		19,9		39,6	
1986	28,1		16,7		27,8		4,5		0,0		0,1		0,0		13,0		0,1		0,0		22,5		50,9	
1987	157,2		6,5		5,8		0,0		0,5		1,2		19,0		0,0		0,0		8,0		0,0		0,0	
1988	20,2		0,0		4,6		5,3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA : 2
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA : 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PRECIPITACION MENSUAL [m.m] PER 1971 - 2009

Estación :	CAMIÑA					
Código BNA:	01611001-9	Latitud S :	19 18 00	UTM Norte :	7864392	mts
Altitud :	2500 msnm	Longitud W :	69 25 00	UTM Este :	456168	mts
Cuenca :	Costeras R.Camarones-Pampa del Tama	SubCuenca :	Quebrada de Camiña	Área de Drenaje:	0	km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I
1971	2,1		8,7		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		2,0	
1972	9,3		33,6		0,0		0,0				0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0			
1974	32,0		53,1		84,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1975							0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		3,0	
1976	0,0	%	35,0				0,0		0,0		0,0		0,0		0,0									
1977							0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1978	0,0										0,0		0,0											
1979							0,0		0,0		0,0				0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1980	0,0		8,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1981	0,0		5,0		0,0		2,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1982	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		2,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1983	0,0						0,0		0,0		6,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		3,0	
1984	63,0		25,0		31,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,4		0,0		4,5		0,0		0,0	
1985	0,2		0,6		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		5,0	
1988																	0,0		0,0		0,0			
1989	0,0		18,1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1990	0,0		115,0		5,0		0,0		0,0		2,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,5	
1991	9,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1992	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0				10,5	
1993	2,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0			
1994	0,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1995	0,0		0,0		10,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1996	4,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		17,5		0,0		0,0		0,0		0,0	
1997	43,5		11,5		5,0		2,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1998					0,0		0,0		0,0				0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1999	0,0		43,0		8,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0				0,0		0,0	
2000	0,0		26,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2001	25,0		62,0		0,0		51,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2002	9,8		3,5		0,0		0,0		0,0		0,0		17,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2003	0,0		0,0		11,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2004	13,0		7,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2005	8,0		8,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2006	4,0		13,5		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2007	4,0		3,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2008	66,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0				0,0		0,0		1,0	
2009	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0							

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS — PAGINA : 3
DIRECCION GENERAL DE AGUAS — FECHA : 27/01/2010
CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS

PRECIPITACION MENSUAL [m.m] PER 1971 - 2009

Estación :	CAMIÑA					
Código BNA:	01611001-9	Latitud S :	19 18 00	UTM Norte :	7864392	mts
Altitud :	2500 msnm	Longitud W :	69 25 00	UTM Este :	456168	mts
Cuenca :	Costeras R.Camarones-Pampa del Tama	SubCuenca :	Quebrada de Camiña	Área de Drenaje:	0	km2

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I

INDICADORES MESES INCOMPLETOS:
% : Más de 20 Dias con Informacion en el Mes
* : 1 - 10 Dias con Informacion en el Mes
@ : 11 - 20 Dias con Informacion en el Mes

Resumen de Precipitaciones Mensuales

PRECIPITACION MENSUAL [m.m] PERIODO 1962 - 1991

Estación : PUMIRE
Código BNA: 01610003-K
Altitud : 4150 msnm
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tamarugal

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1962	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	9,5	35,0
1963	107,2	130,0	82,2	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	32,2	0,0	0,5	14,2	370,3
1964	31,4	65,2	27,4	31,8	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	66,6	230,9
1965	24,5	32,1	15,7	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	38,2	0,0	0,0	7,0	119,5
1966	0,0	37,2	3,5	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,7	21,4	66,5
1967	26,5	114,0	52,8	6,4	0,0	8,5	1,0	0,0	0,0	0,0	2,4	23,0	234,6
1968	127,0	102,5	80,4	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	9,0	0,0	326,1
1969	115,3	77,3	36,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	28,5	263,3
1970	129,1	98,2	30,7	6,5	28,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	16,2	312,7
1971	116,8	173,7	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	70,5	400,5
1972	226,6	155,6	84,8	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	36,0	0,0	0,0	61,4	588,4
1973	212,0	165,0	91,0	10,5	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	486,5
1974	228,1	213,3	0,0	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	490,4
1975	182,6	319,0	129,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,5	671,1
1976	65,0	191,0	135,0	16,5	0,0	14,0	0,0	8,0	42,0	0,0	0,0	58,0	529,5
1977	3,5	437,5	43,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	1,0	41,0	530,0
1978	77,0		77,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	154,5
1979	123,0	8,5	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	186,5
1980	0,0	6,5	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0
1981		44,5	25,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	78,5
1982	40,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0
1983	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	4,5
1984	103,5	88,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	18,0	0,0	0,0	234,5
1985	0,0	56,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	57,8
1986	33,6	22,5	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	83,5
1987	125,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,0
1988	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6
1989	0,0	0,0	0,0									0,0	0,0
1990	7,0	0,0	5,5	0,0								31,5	44,0
1991	46,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			46,5
1962-1991	75,1	88,3	33,2	5,5	1,4	1,0	0,9	1,5	5,4	1,1	1,8	18,2	226,2
1962-1987													256,5
1983-1988	48,3	27,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	3,0	0,0	2,8	88,8

PERIODO 1971 - 2009

PRECIPITACION MENSUAL [m.m]

Estación : CAMIÑA
Código BNA: 01611001-9
Altitud : 2500
Cuenca : Costeras R.Camarones-Pampa del Tamarugal

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1971	2,1	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	12,8
1972	9,3	33,6	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		42,9
1974	32,0	53,1	84,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	169,1
1975				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	
1976	0,0	35,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
1977				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1978	0,0					0,0	0,0						
1979				0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1980	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
1981	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
1983	0,0			0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	
1984	63,0	25,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	4,5	0,0	0,0	123,9
1985	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,8
1988									0,0	0,0	0,0		
1989	0,0	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1
1990	0,0	115,0	5,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	122,5
1991	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
1992	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		10,5	11,0
1993	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		2,5
1994	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
1995	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
1996	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0
1997	43,5	11,5	5,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0
1998			0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1999	0,0	43,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	51,0
2000	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2
2001	25,0	62,0	0,0	51,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	138,5
2002	9,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
2003	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
2004	13,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
2005	8,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
2006	4,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5
2007	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
2008	66,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	1,0	67,4
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
1971-2008	9,9	17,1	5,5	1,7	0,0	0,3	0,5	0,5	0,0	0,1	0,0	0,8	37,6
1971-1985													46,4
1983-1988	21,1	12,8	15,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	2,7	64,9

PERIODO 1982 - 1988

PRECIPITACION MENSUAL [m.m]

Estación : PUCHULTIZA
Código BNA: 01720004-6
Altitud : 4300
Cuenca : Pampa del Tamarugal

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1982									0,0	0,0	0,0	13,5	
1983	0,0	0,5	4,5	0,0	2,5	18,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	6,2	43,2
1984	125,1	143,5	41,4	1,0	0,0	32,8	0,0	16,5	0,0	16,5	34,5	6,5	417,8
1985	26,7	57,2	34,2	0,1	0,3	1,5	0,0	0,0	11,0	0,0	19,9	39,6	190,5
1986	28,1	16,7	27,8	4,5	0,0	0,1	0,0	13,0	0,1	0,0	22,5	50,9	163,7
1987	157,2	6,5	5,8	0,0	0,5	1,2	19,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	198,2
1988	20,2	0,0	4,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1
1983-1988	59,6	37,4	19,7	1,8	0,6	8,9	3,2	4,9	3,8	4,1	12,8	17,2	173,9

SUB ANEXO 5.3.7 A-2

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) - QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (dic/1977-feb/1997)
Código: 01610002-1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977													
1978										0,35	0,34	0,37	
1979	0,65	0,37	0,51	0,34	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,25	0,21	0,27	0,38
1980	0,23	0,27	0,43	0,28	0,29	0,28	0,30	0,29	0,28	0,27	0,19	0,19	0,28
1981	0,27	0,65				0,39	0,34	0,40	0,32	0,27	0,27	0,27	0,35
1982	0,37	0,40	0,27	0,30	0,29	0,34	0,39	0,28	0,30	0,28	0,20	0,21	0,30
1983	0,22	0,26	0,24	0,22	0,24	0,30	0,27	0,25	0,27	0,26	0,07	0,16	0,23
1984	0,77	0,89	0,76				0,36	0,34	0,25	0,19	0,28	0,30	0,46
1985	0,26	0,96	0,96	0,36	0,33	0,31	0,30	0,32	0,22	0,19	0,23	0,33	0,40
1986	0,63	0,77	0,64	0,44	0,37	0,38	0,37	0,37	0,31	0,28	0,26	0,34	0,43
1987	1,93	0,69	0,41	0,32	0,23	0,26	0,28	0,24	0,26	0,22	0,19	0,20	0,44
1988	0,33	0,35	0,33	0,30	0,29	0,29	0,31	0,29	0,31	0,26	0,24	0,24	0,30
1989	0,34	0,43	0,32	0,31	0,27	0,28	0,25	0,25	0,28	0,31	0,22	0,21	0,29
1990	0,28	0,26	0,33	0,19	0,21	0,21	0,21	0,20	0,16	0,21	0,18		0,22
1991	0,68	0,31	0,43	0,23	0,20	0,22	0,25	0,30	0,28	0,23	0,21	0,24	0,30
1992	0,31	0,17	0,16	0,16	0,17	0,21	0,21	0,22	0,21				0,20
1993				0,26	0,25	0,27	0,25	0,36	0,25	0,21	0,15	0,26	0,25
1994	0,53	0,67	0,27	0,22	0,26	0,21	0,21	0,25	0,24	0,14	0,10	0,15	0,27
1995	0,20	0,12	0,17	0,12	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,13
1996	0,11	0,14	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,12
1997	0,28	0,93											
Prom	0,47	0,48	0,40	0,26	0,25	0,27	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,23	0,30

. Fuente:Registros DGA (enero 2010)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) – RÍO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA (dic/1977-mar/1989)
Código: 01730001-6

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977												0,14	
1978	0,16	0,16	0,14	0,15		0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,14	0,15	0,16
1979	0,23	0,18	0,25	0,25	0,30	0,30	0,29	0,21	0,11	0,09	0,08	0,10	0,20
1980	0,11	0,13	0,19	0,16	0,17	0,17	0,13	0,13	0,11	0,12	0,14	0,03	0,13
1981	0,07	0,21	0,25	0,17	0,11	0,16	0,25	0,22	0,24	0,17	0,10	0,10	0,17
1982	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,05	0,06	0,06	0,16	0,12	0,13	0,11	0,11
1983	0,12	0,17	0,21	0,22	0,26	0,34	0,20	0,18	0,18	0,15	0,14	0,15	0,19
1984	0,54	0,99	0,37	0,13	0,13	0,08	0,06	0,16	0,16	0,13	0,13	0,11	0,25
1985	0,13	0,27	0,19	0,15	0,16	0,16	0,13	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,14
1986	0,12	0,11	0,14	0,13	0,14	0,15	0,19	0,19	0,17	0,15	0,12	0,15	0,15
1987	0,39	0,20	0,17	0,17	0,18	0,21	0,26	0,12	0,14	0,09	0,09	0,09	0,18
1988	0,14	0,13	0,17	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,14
1989	0,14	0,24											
Prom	0,19	0,24	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12	0,11	0,16
Máx	0,54	0,99	0,37	0,25	0,30	0,34	0,29	0,22	0,24	0,17	0,14	0,15	0,25
Mín	0,07	0,11	0,11	0,13	0,11	0,05	0,06	0,06	0,11	0,09	0,08	0,03	0,11

. Fuente: Registros DGA (enero 2010).

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales

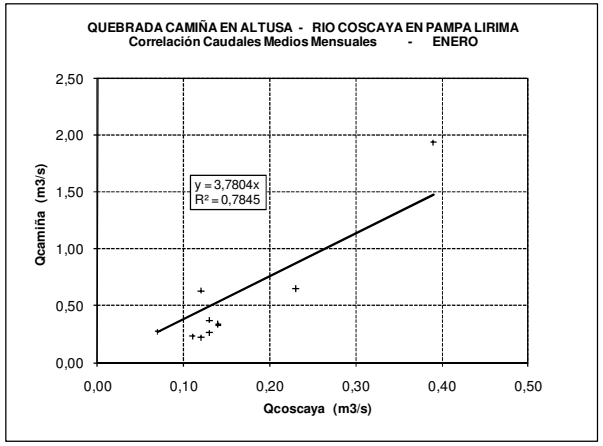
	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN	
Año	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)
1977												
1978		0,16		0,16		0,14		0,15				0,15
1979	0,65	0,23	0,37	0,18	0,51	0,25	0,34	0,25	0,38	0,30	0,41	0,30
1980	0,23	0,11	0,27	0,13	0,43	0,19	0,28	0,16	0,29	0,17	0,28	
1981	0,27	0,07	0,65	0,21		0,25		0,17		0,11	0,39	0,16
1982	0,37	0,13	0,40	0,12	0,27	0,11	0,30	0,13	0,29	0,12	0,34	0,05
1983	0,22	0,12	0,26	0,17	0,24	0,21	0,22		0,24		0,30	
1984	0,77		0,89		0,76	0,37		0,13		0,13		0,08
1985	0,26	0,13	0,96	0,27	0,96		0,36		0,33	0,16	0,31	
1986	0,63	0,12	0,77		0,64		0,44		0,37		0,38	0,15
1987	1,93	0,39	0,69	0,20	0,41	0,17	0,32	0,17	0,23		0,26	
1988	0,33	0,14	0,35	0,13	0,33	0,17	0,30	0,18	0,29	0,16	0,29	
1989	0,34	0,14	0,43	0,24	0,32		0,31		0,27		0,28	
1990	0,28		0,26		0,33		0,19		0,21		0,21	
1991	0,68		0,31		0,43		0,23		0,20		0,22	
1992	0,31		0,17		0,16		0,16		0,17		0,21	
1993							0,26		0,25		0,27	
1994	0,53		0,67		0,27		0,22		0,26		0,21	
1995	0,20		0,12		0,17		0,12		0,12		0,12	
1996	0,11		0,14		0,13		0,12		0,11		0,13	
1997	0,28		0,93									
Prom	0,47	0,16	0,48	0,18	0,40	0,21	0,26	0,17	0,25	0,16	0,27	0,15
Máx	1,93	0,39	0,96	0,27	0,96	0,37	0,44	0,25	0,38	0,30	0,41	0,30
Mín	0,11	0,07	0,12	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,05
	y = 3,7804x R2 = 0,7845		*y = 2,7038x R2 = 0,5485*		*y = 1,9923x R2 = 0,7706*		*y = 0,3909x + 0,2384 R2 = 0,5788*		*y = 0,5159x + 0,2221 R2 = 0,7951*		*y = 0,2713x + 0,3352 R2 = 0,8974*	
A=	*3,7804*		*2,7038*		*1,9923*		*0,3909*		*0,5159*		*0,2713*	

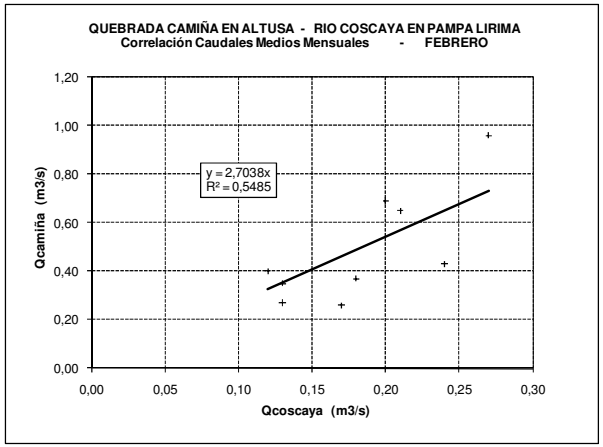
B=				*0,2384*	*0,2221*	*0,3352*
R2=	*0,7845*	*0,5485*	*0,7706*	*0,5788*	*0,7951*	*0,8974*

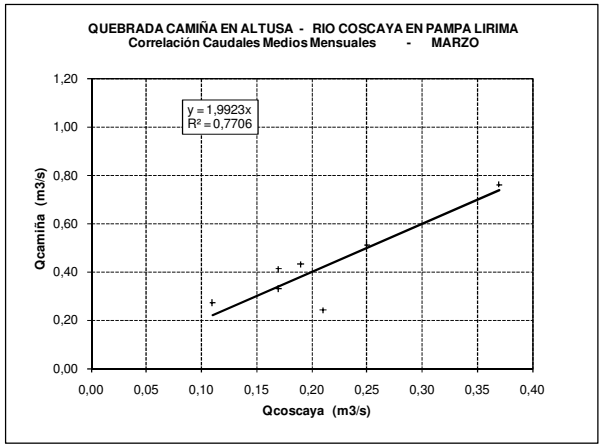
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales

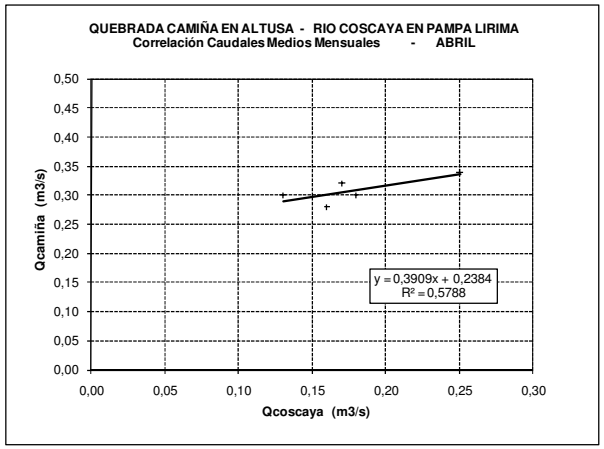
	JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
Año	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)	Qcamiña (m3/s)	Qcoscaya (m3/s)
1977												0,14
1978		0,17		0,17		0,17	0,35	0,17	0,34	0,14	0,37	0,15
1979	0,41	0,29	0,42	0,21	0,38		0,25	0,09	0,21	0,08	0,27	0,10
1980	0,30	0,13	0,29	0,13	0,28		0,27	0,12	0,19		0,19	
1981	0,34	0,25	0,40	0,22	0,32	0,24	0,27		0,27	0,10	0,27	0,10
1982	0,39		0,28	0,06	0,30	0,16	0,28	0,12	0,20		0,21	0,11
1983	0,27		0,25		0,27	0,18	0,26	0,15	0,07		0,16	
1984	0,36		0,34	0,16	0,25	0,16	0,19		0,28	0,13	0,30	0,11
1985	0,30	0,13	0,32	0,10	0,22	0,11	0,19		0,23	0,11	0,33	
1986	0,37	0,19	0,37	0,19	0,31	0,17	0,28	0,15	0,26	0,12	0,34	0,15
1987	0,28		0,24	0,12	0,26	0,14	0,22	0,09	0,19	0,09	0,20	0,09
1988	0,31	0,14	0,29	0,13	0,31		0,26	0,11	0,24	0,11	0,24	0,12
1989	0,25		0,25		0,28		0,31		0,22		0,21	
1990	0,21		0,20		0,16		0,21		0,18			
1991	0,25		0,30		0,28		0,23		0,21		0,24	
1992	0,21		0,22		0,21							
1993	0,25		0,36		0,25		0,21		0,15		0,26	
1994	0,21		0,25		0,24		0,14		0,10		0,15	
1995	0,14		0,13		0,12		0,11		0,11		0,10	
1996	0,12		0,11		0,11		0,13		0,14		0,14	
1997												
Prom	0,28	0,19	0,28	0,15	0,25	0,17	0,23	0,13	0,20	0,11	0,23	0,12
Máx	0,41	0,29	0,42	0,22	0,38	0,24	0,35	0,17	0,34	0,14	0,37	0,15
Mín	0,12	0,13	0,11	0,06	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,08	0,10	0,09
	y = 0,5705x + 0,2309 *R2 = 0,7668*		*y = 0,9479x + 0,1887* *R2 = 0,7049*		*y = 0,7179x + 0,1567* *R2 = 0,6348*		*y = 1,025x + 0,1431* *R2 = 0,6507*		*y = 2,2871x* *R2 = 0,7236*		*y = 2,3581x* *R2 = 0,645*	
A=	0,5705		0,9479		0,7179		1,0250		2,2871		2,3581	

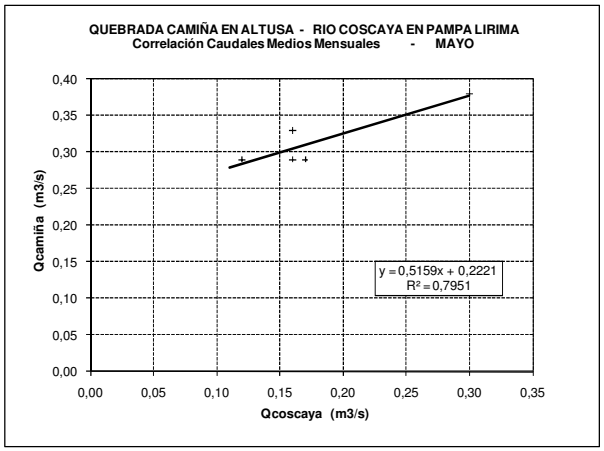
B=	0,2309	0,1887	0,1567	0,1431		
R2=	0,7668	0,7049	0,6348	0,6507	0,7236	0,645

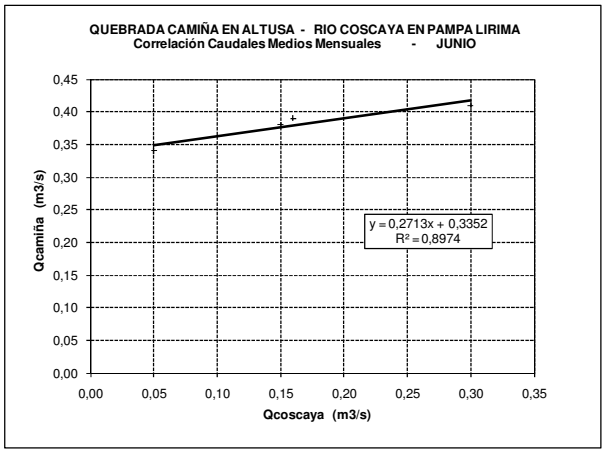

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - ENERO
y = 3,7804x
R² = 0,7845
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
0,00
0,10
0,20
0,30
0,40
0,50

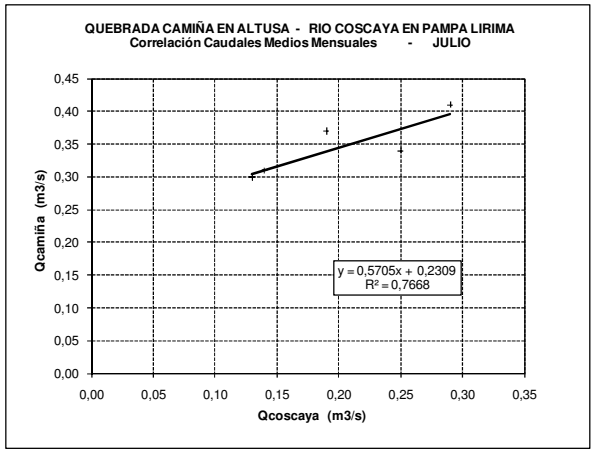

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - FEBRERO
y = 2,7038x
R² = 0,5485
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30

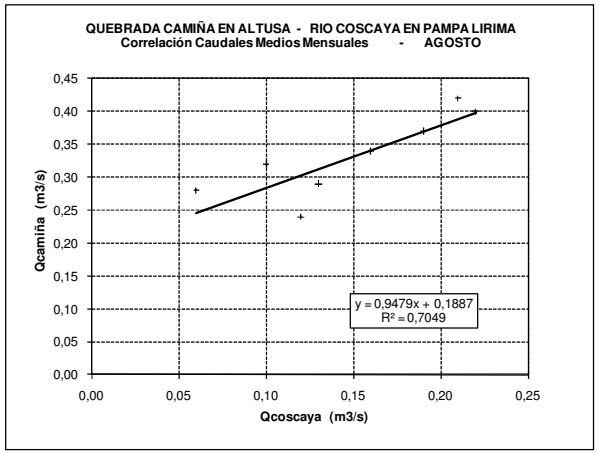

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - MARZO
y = 1,9923x
R² = 0,7706
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35
0,40

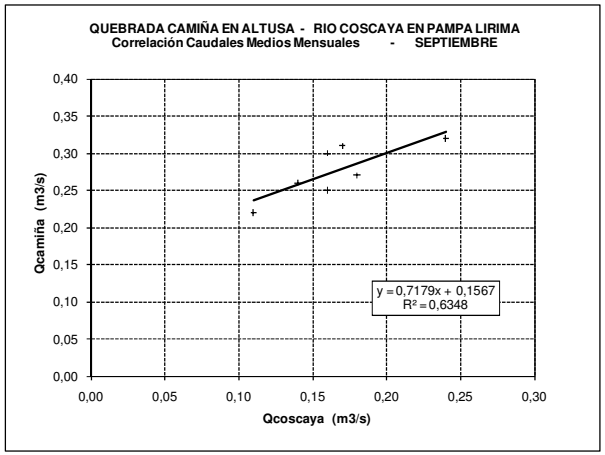

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - ABRIL
y = 0,3909x + 0,2384
R² = 0,5788
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
0,50
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30

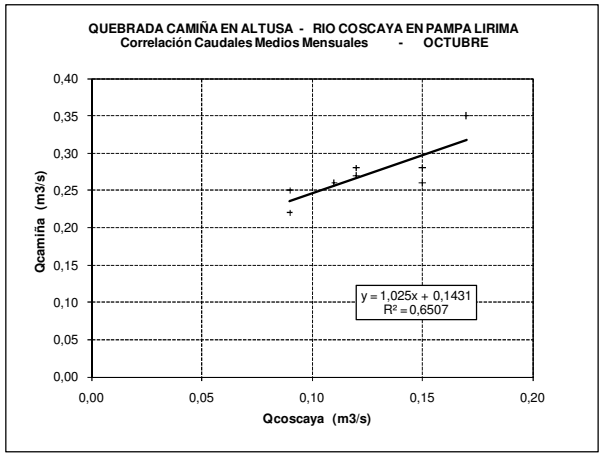

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - MAYO
y = 0,5159x + 0,2221
R² = 0,7951
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35

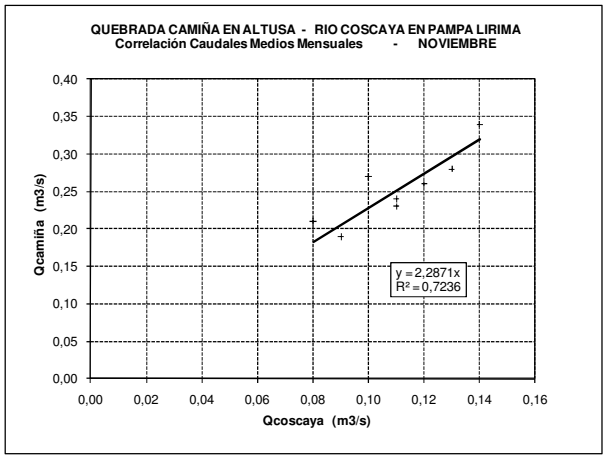

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - JUNIO
y = 0,2713x + 0,3352
R² = 0,8974
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
0,45
0,40
0,35
0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35

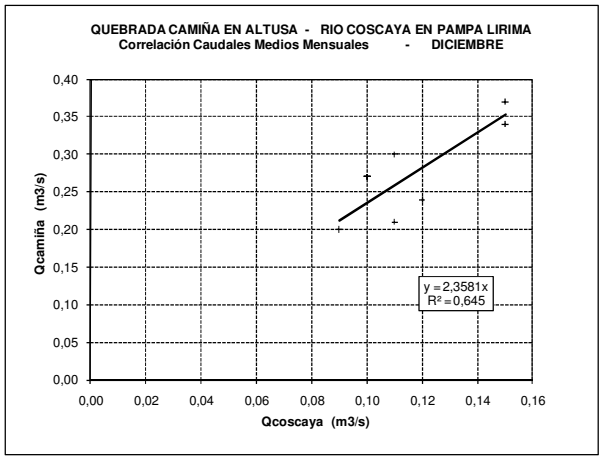

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - JULIO
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 0,5705x + 0,2309
R² = 0,7668


QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - AGOSTO
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 0,9479x + 0,1887
R² = 0,7049


QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - SEPTIEMBRE
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 0,7179x + 0,1567
R² = 0,6348


QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - OCTUBRE
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 1,025x + 0,1431
R² = 0,6507


QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - NOVIEMBRE
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 2,2871x
R² = 0,7236


QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA - RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA
Correlación Caudales Medios Mensuales - DICIEMBRE
Qcamiña (m3/s)
Qcoscaya (m3/s)
y = 2,3581x
R² = 0,645

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s) - QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (dic/1977-feb/1997)
Código: 01610002-1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977												***0,33***	
1978	***0,60***	***0,43***	***0,28***	***0,30***		***0,38***	***0,33***	***0,35***	***0,28***	0,35	0,34	0,37	0,36
1979	0,65	0,37	0,51	0,34	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,25	0,21	0,27	0,38
1980	0,23	0,27	0,43	0,28	0,29	0,28	0,30	0,29	0,28	0,27	0,19	0,19	0,28
1981	0,27	0,65	***0,50***	***0,30***	***0,28***	0,39	0,34	0,40	0,32	0,27	0,27	0,27	0,36
1982	0,37	0,40	0,27	0,30	0,29	0,34	0,39	0,28	0,30	0,28	0,20	0,21	0,30
1983	0,22	0,26	0,24	0,22	0,24	0,30	0,27	0,25	0,27	0,26	0,07	0,16	0,23
1984	0,77	0,89	0,76	***0,29***	***0,29***	***0,36***	0,36	0,34	0,25	0,19	0,28	0,30	0,42
1985	0,26	0,96	0,96	0,36	0,33	0,31	0,30	0,32	0,22	0,19	0,23	0,33	0,40
1986	0,63	0,77	0,64	0,44	0,37	0,38	0,37	0,37	0,31	0,28	0,26	0,34	0,43
1987	1,93	0,69	0,41	0,32	0,23	0,26	0,28	0,24	0,26	0,22	0,19	0,20	0,44
1988	0,33	0,35	0,33	*0,30*	0,29	0,29	0,31	0,29	0,31	0,26	0,24	0,24	0,30
1989	0,34	0,43	0,32	0,31	0,27	0,28	0,25	0,25	0,28	0,31	0,22	0,21	0,29
1990	0,28	0,26	0,33	0,19	0,21	0,21	0,21	0,20	0,16	0,21	0,18		0,22
1991	0,68	0,31	0,43	0,23	0,20	0,22	0,25	0,30	0,28	0,23	0,21	0,24	0,30
1992	0,31	0,17	0,16	0,16	0,17	0,21	0,21	0,22	0,21				0,20
1993				0,26	0,25	0,27	0,25	0,36	0,25	0,21	0,15	0,26	0,25
1994	0,53	0,67	0,27	0,22	0,26	0,21	0,21	0,25	0,24	0,14	0,10	0,15	0,27
1995	0,20	0,12	0,17	0,12	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,13
1996	0,11	0,14	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,11	0,13	0,14	0,14	0,12
1997	0,28	0,93											
Prom	0,47	0,48	0,40	0,27	0,25	0,28	0,28	0,28	0,25	0,23	0,20	0,24	0,30
Máx	1,93	0,96	0,96	0,44	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37	0,44
Mín	0,11	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,07	0,10	0,12

Fuente: Registros DGA (enero 2010).

nn : Valores rellenados usando correlaciones con Coscaya en Pampa Lirima (ver Anexo)

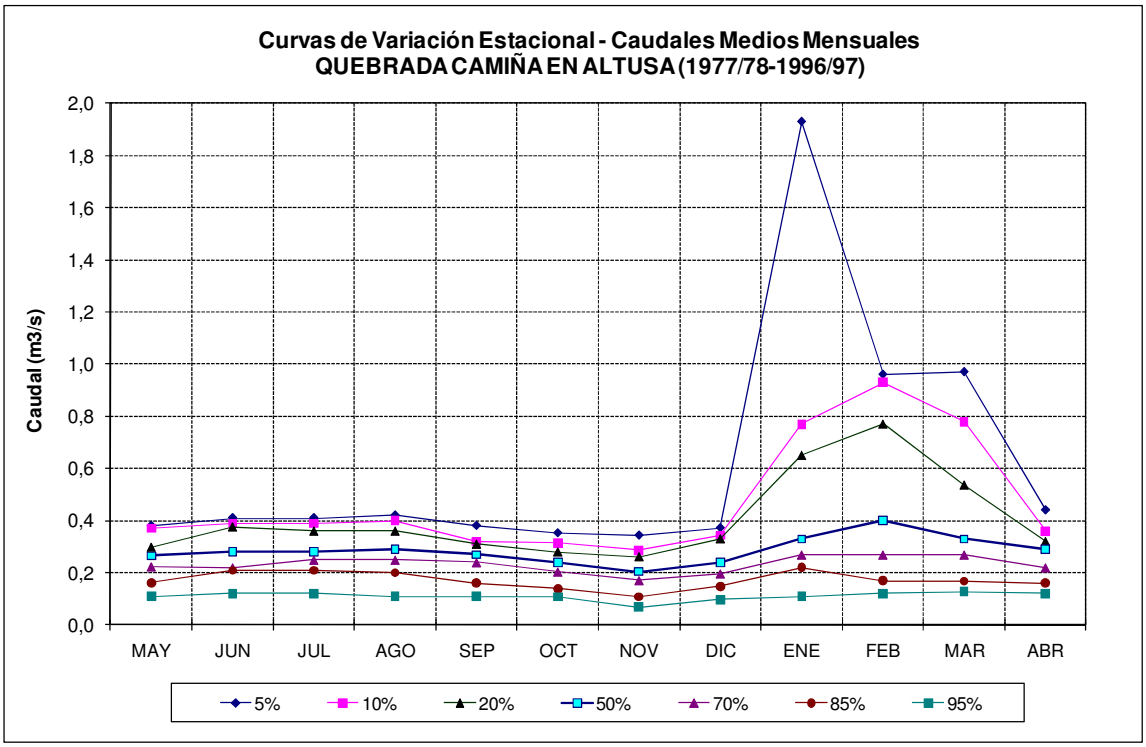
.

ANALISIS DE FRECUENCIAS (WEIBULL) - CAUDALES MEDIOS MENSUALES (M3/S)
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977/78-1996/97)

m	Pexc N=19	Pexc N=20	Pexc N=18	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	May-Oct	Nov-Abr	Anual
1	5%	4,8%	5,3%	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37	1,93	0,96	0,96	0,44	0,50	0,38	0,66
2	10%	9,5%	10,5%	0,37	0,39	0,39	0,40	0,32	0,31	0,28	0,34	0,77	0,93	0,76	0,36	0,41	0,35	0,52
3	15%	14,3%	15,8%	0,33	0,38	0,37	0,37	0,31	0,28	0,27	0,33	0,68	0,89	0,64	0,34	0,39	0,34	0,51
4	20%	19,0%	21,1%	0,29	0,38	0,36	0,36	0,31	0,28	0,26	0,33	0,65	0,77	0,51	0,32	0,39	0,33	0,49
5	25%	23,8%	26,3%	0,29	0,36	0,34	0,35	0,30	0,27	0,24	0,30	0,63	0,69	0,50	0,31	0,39	0,31	0,43
6	30%	28,6%	31,6%	0,29	0,34	0,33	0,34	0,28	0,27	0,23	0,27	0,60	0,67	0,43	0,30	0,38	0,30	0,39
7	35%	33,3%	36,8%	0,29	0,31	0,31	0,32	0,28	0,26	0,22	0,27	0,53	0,65	0,43	0,30	0,33	0,29	0,37
8	40%	38,1%	42,1%	0,28	0,30	0,30	0,30	0,28	0,26	0,21	0,26	0,37	0,43	0,41	0,30	0,32	0,29	0,37
9	45%	42,9%	47,4%	0,27	0,29	0,30	0,29	0,28	0,25	0,21	0,24	0,34	0,43	0,33	0,30	0,32	0,28	0,35
10	50%	47,6%	52,6%	0,26	0,28	0,28	0,29	0,27	0,23	0,20	0,24	0,33	0,40	0,33	0,29	0,31	0,27	0,35
11	55%	52,4%	57,9%	0,25	0,28	0,27	0,28	0,26	0,22	0,19	0,21	0,31	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27	0,31
12	60%	57,1%	63,2%	0,24	0,27	0,25	0,25	0,25	0,21	0,19	0,21	0,28	0,35	0,28	0,26	0,28	0,27	0,31
13	65%	61,9%	68,4%	0,23	0,26	0,25	0,25	0,25	0,21	0,18	0,20	0,28	0,31	0,27	0,23	0,27	0,25	0,28
14	70%	66,7%	73,7%	0,21	0,22	0,25	0,25	0,24	0,19	0,15	0,19	0,27	0,27	0,27	0,22	0,27	0,25	0,28
15	75%	71,4%	78,9%	0,20	0,21	0,21	0,24	0,22	0,19	0,14	0,16	0,26	0,26	0,24	0,22	0,26	0,22	0,26
16	80%	76,2%	84,2%	0,17	0,21	0,21	0,22	0,21	0,14	0,11	0,15	0,23	0,26	0,17	0,19	0,23	0,20	0,25
17	85%	81,0%	89,5%	0,12	0,21	0,21	0,20	0,16	0,13	0,10	0,14	0,22	0,17	0,16	0,16	0,22	0,20	0,23
18	90%	85,7%	94,7%	0,11	0,13	0,14	0,13	0,12	0,11	0,07	0,10	0,20	0,14	0,13	0,12	0,21	0,12	0,21
19	95%	90,5%			0,12	0,12	0,11	0,11				0,11	0,12		0,12	0,18	0,12	0,14
20		95,2%														0,12		0,12
21																		
			Prom=	**0,25**	**0,28**	**0,28**	**0,28**	**0,25**	**0,23**	**0,20**	**0,24**	**0,47**	**0,48**	**0,40**	**0,27**	**0,30**	**0,26**	**0,34**

VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA (1977/78-1996/97)

Pexc	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	May-Oct	Nov-Abr	Anual
5%	0,38	0,41	0,41	0,42	0,38	0,35	0,34	0,37	1,93	0,96	0,97	0,44	0,50	0,38	0,65
10%	0,37	0,39	0,39	0,40	0,32	0,31	0,29	0,34	0,77	0,93	0,78	0,36	0,41	0,35	0,52
20%	0,30	0,38	0,36	0,36	0,31	0,28	0,26	0,33	0,65	0,77	0,54	0,32	0,39	0,33	0,48
50%	0,27	0,28	0,28	0,29	0,27	0,24	0,21	0,24	0,33	0,40	0,33	0,29	0,31	0,27	0,33
70%	0,22	0,22	0,25	0,25	0,24	0,20	0,17	0,20	0,27	0,27	0,27	0,22	0,26	0,25	0,27
85%	0,16	0,21	0,21	0,20	0,16	0,14	0,11	0,15	0,22	0,17	0,17	0,16	0,21	0,20	0,21
95%	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,07	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12



SUB ANEXO 5.3.7-A 3

ESTADÍSTICAS DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS E INSTANTÁNEOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA

RESUMEN DE ESTADÍSTICAS DE CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS

CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS Anuales (Ene-Dic)					CAUDALES MÍNIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS Anuales (Ene-Dic)				
QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA					QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA				
AÑO	Qmáx-diario		Qmáx-inst.		AÑO	Qmín-diario		Qmín-inst	
	(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa		(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa
1978	0,52	03-12-78	0,73	03-12-78	1978	0,28	19-11-78	0,21	23-11-78
1979	1,50	24-01-79	3,62	24-01-79	1979	0,14	22-11-79	0,22	18-06-79
1980	1,78	22-03-80	0,40	13-07-80	1980	0,15	04-11-80	0,08	29-11-80
1981	2,44	09-02-81	7,28	09-02-81	1981	0,16	15-12-81	0,07	16-01-81
1982	0,89	02-02-82	1,58	02-02-82	1982	0,16	16-11-82	0,05	27-11-82
1983	0,80	16-03-83	2,10	13-09-83	1983	0,03	19-11-83	0,03	25-11-83
1984	1,90	16-02-84	6,55	16-02-84	1984	0,13	12-10-84	0,01	10-12-84
1985	4,49	09-03-85	10,51	08-03-85	1985	0,14	13-12-85	0,06	31-01-85
1986	1,84	07-02-86	6,80	07-02-86	1986	0,22	06-11-86	0,08	02-12-86
1987	8,44	23-01-87	10,88	22-01-87	1987	0,17	13-11-87	0,11	20-11-87
1988	2,38	01-02-88	9,50	01-02-88	1988	0,16	08-12-88	0,08	10-01-88
1989	1,13	08-02-89	5,84	08-02-89	1989	0,17	05-12-89	0,04	05-12-89
1990	2,03	11-03-90	8,67	11-03-90	1990	0,10	02-10-90	0,01	23-11-90
1991	2,26	11-01-91	7,03	13-03-91	1991	0,17	20-11-91	0,01	20-11-91
1992	0,65	14-01-92	0,44	16-08-92	1992	0,09	05-02-92	0,01	22-09-92
1993	0,78	31-12-94	0,99	30-12-94	1993	0,06	15-12-93	0,02	28-10-93
1994	1,47	10-02-94	4,18	03-01-94	1994	0,08	28-10-94	0,04	12-10-94
1995	0,88	28-01-95	7,46	28-01-95	1995	0,09	12-12-95	0,04	22-11-95
1996	0,20	14-02-96	0,34	14-02-96	1996	0,08	15-09-96	0,03	04-11-96
1997	2,63	28-02-97	7,27	28-02-97	1997	0,13	08-01-97	0,05	09-01-97
2001	1,45	14-02-01	1,45	28-02-01	2001	0,01	24-02-01		

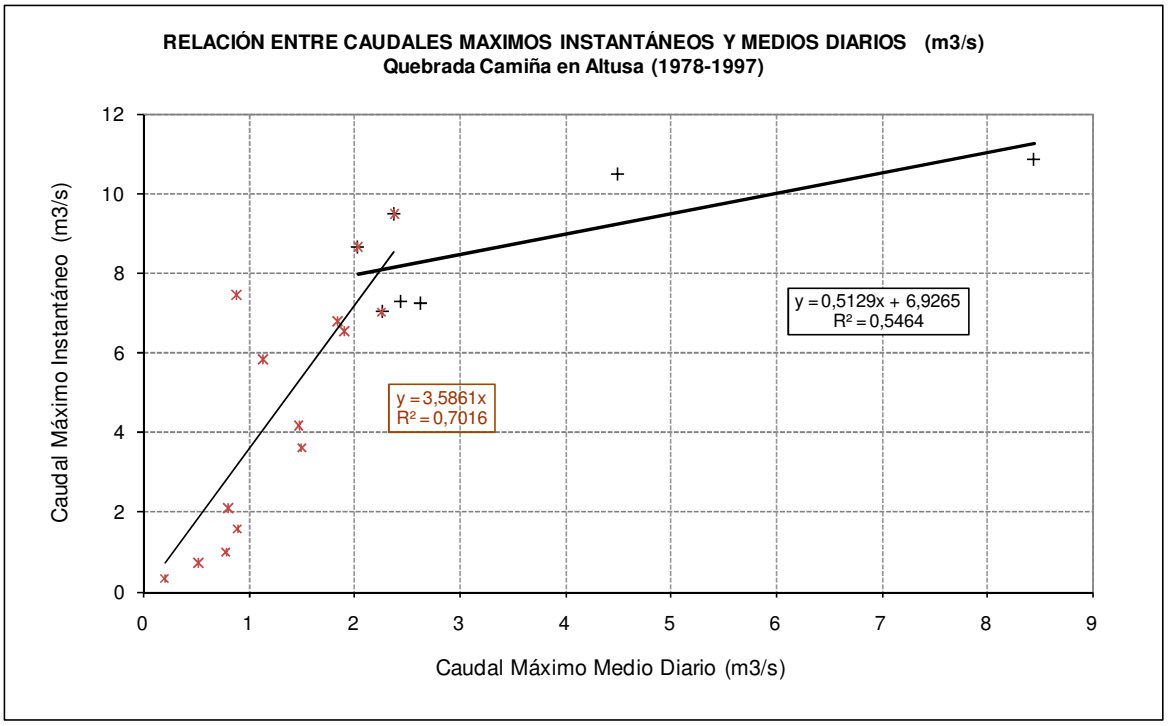
CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS
Anuales (Ene-Dic)

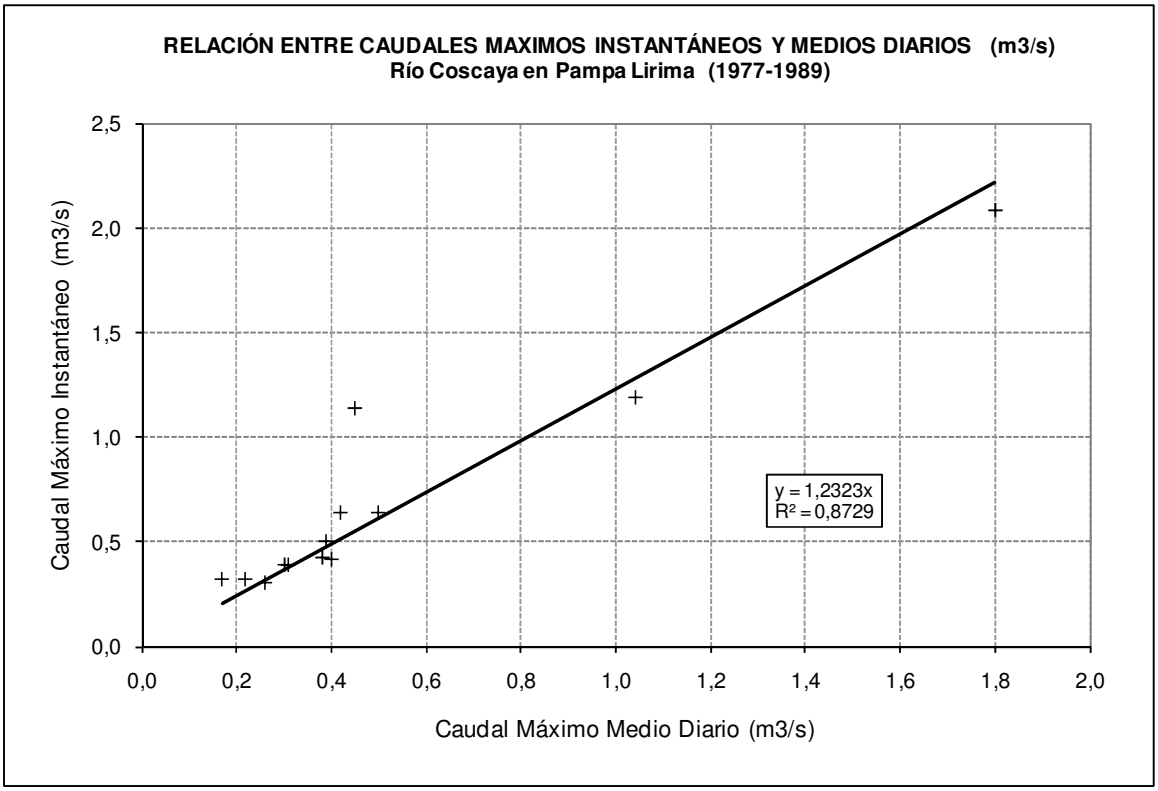
CAUDALES MÍNIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS
Anuales (Ene-Dic)

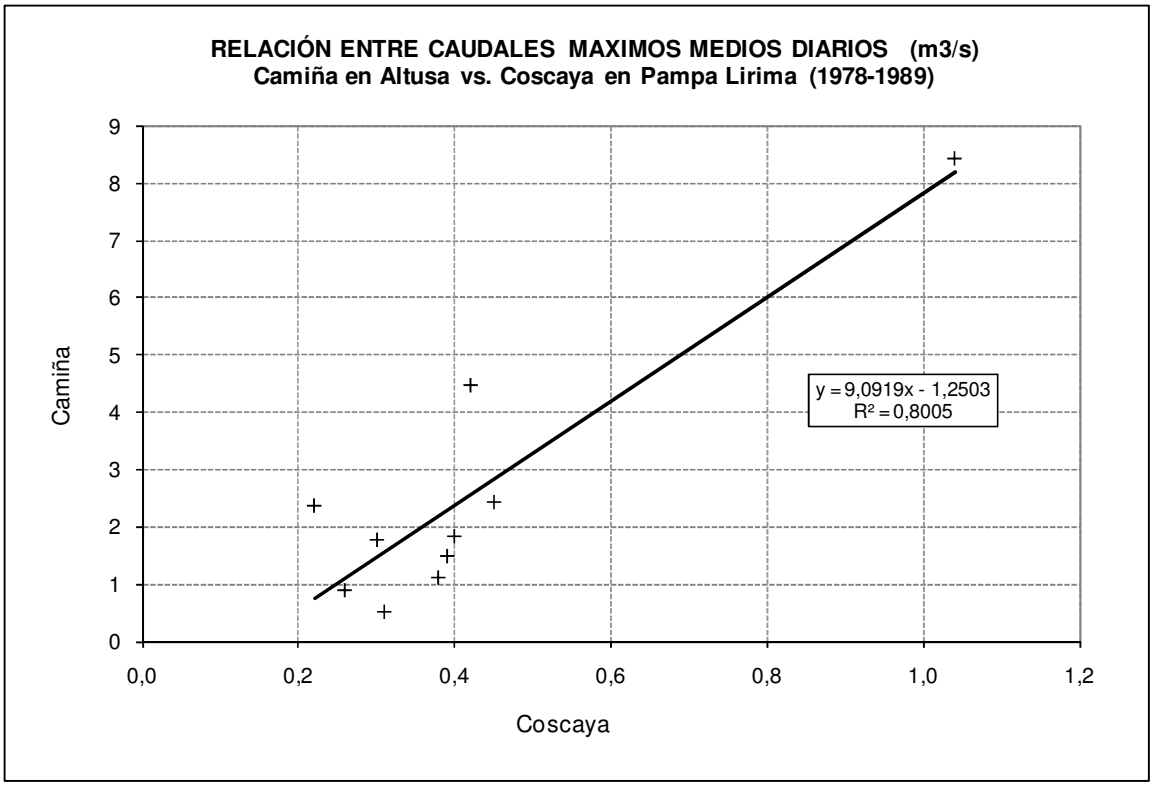
RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA					RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA				
AÑO	Qmáx-diario		Qmáx-inst.		AÑO	Qmín-diario		Qmín-inst	
	(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa		(m3/s)	dd-mm-aa	(m3/s)	dd-mm-aa
1977	0,17	13-12-77	0,32	31-12-77	1977	0,12	01-11-78	0,10	01-11-78
1978	0,31	02-02-78	0,39	02-02-78	1978	0,12	01-11-78	0,08	17-06-78
1979	0,39	25-01-79	0,50	24-01-79	1979	0,07	29-11-79	0,05	29-11-79
1980	0,30	23-03-80	0,39	13-06-80	1980	0,02	02-12-80	0,01	01-12-80
1981	0,45	26-02-81	1,14	26-02-81	1981	0,03	01-01-81	0,03	27-06-81
1982	0,26	05-03-82	0,31	05-03-82	1982	0,03	19-06-82	0,01	19-06-82
1983	0,50	15-03-83	0,64	22-06-83	1983	0,02	09-07-83	0,02	10-07-83
1984	1,80	23-02-84	2,09	23-02-84	1984	0,05	23-07-84	0,04	29-07-84
1985	0,42	23-02-85	0,64	24-02-85	1985	0,08	16-12-85	0,05	20-08-85
1986	0,40	20-03-86	0,42	31-12-86	1986	0,06	18-11-86	0,05	17-11-86
1987	1,04	23-01-87	1,19	23-01-87	1987	0,08	04-10-87	0,05	05-10-87
1988	0,22	01-02-88	0,32	23-05-88	1988	0,08	17-07-88	0,05	17-08-88
1989	0,38	10-02-89	0,43	10-02-89	1989	0,11	17-01-89	0,10	25-01-89

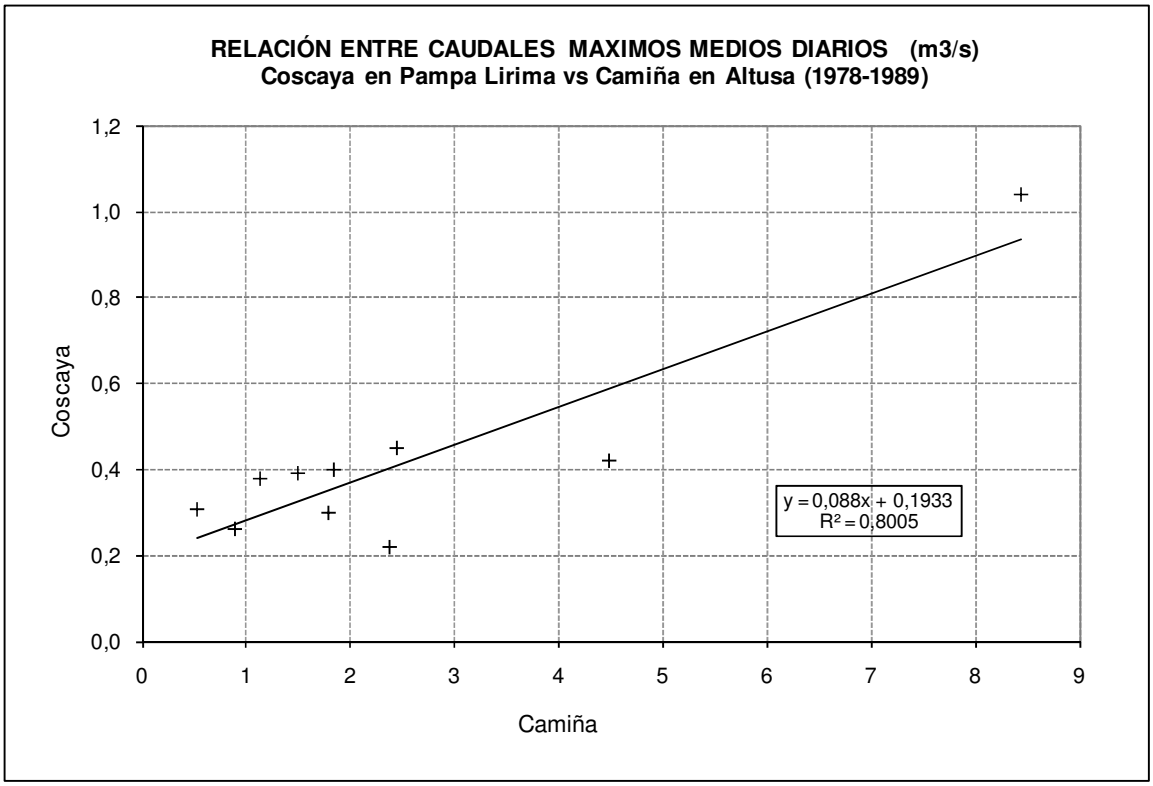
REVISIÓN DE ESTADÍSTICAS DE CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA			RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA		
AÑO	Qmáx-d(m3/s)	Qmáx-i(m3/s)	AÑO	Qmáx-d(m3/s)	Qmáx-i(m3/s)
1977	**0,30**	***1,06***	1977	0,17	0,32
1978	0,52	0,73	1978	0,31	0,39
1979	1,50	3,62	1979	0,39	0,50
1980	1,78	***6,38***	1980	0,30	0,39
1981	2,44	7,28	1981	0,45	1,14
1982	0,89	1,58	1982	0,26	0,31
1983	0,80	2,10	1983	0,50	0,64
1984	1,90	6,55	1984	1,80	2,09
1985	4,49	10,51	1985	0,42	0,64
1986	1,84	6,80	1986	0,40	0,42
1987	8,44	10,88	1987	1,04	1,19
1988	2,38	9,50	1988	0,22	0,32
1989	1,13	5,84	1989	0,38	0,43
1990	2,03	8,67	1990	**0,37**	***0,46***
1991	2,26	7,03	1991	**0,39**	***0,48***
1992	0,65	***2,33***	1992	**0,25**	***0,31***
1993	0,78	***2,80***	1993	**0,26**	***0,32***
1994	1,47	4,18	1994	**0,32**	***0,40***
1995	0,88	7,46	1995	**0,27**	***0,33***
1996	0,20	0,34	1996	**0,21**	***0,26***
1997	2,63	7,27	1997	**0,42**	***0,52***
Prom.=	1,87	5,38	Prom.=	0,44	0,57
máx.=	8,44	10,88	máx.=	1,80	2,09
mín.=	0,20	0,34	mín.=	0,17	0,26
	y=9,0919x-1,2503 R² = 0,8005	y=0,5129x+ 6,9265 R² = 0,5464		y = 0,088x+ 0,1933 R² = 0,8005	y = 1,2323x R² = 0,8729
y=A x + B :		x>2,3	y=A x + B :		
A=	9,0919	0,5129	A=	0,0880	1,2323
B=	-1,2503	6,9265	B=	0,1933	
R2=	0,8005	0,5464	R2=	0,8005	0,8729
y :	Camiña	Qmáx-i	y :	Coscaya	Qmáx-i
x :	Coscaya	Qmáx-d	x :	Camiña	Qmáx-d


RELACIÓN ENTRE CAUDALES MAXIMOS INSTANTÁNEOS Y MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Quebrada Camiña en Altusa (1978-1997)
Caudal Máximo Instantáneo (m3/s)
Caudal Máximo Medio Diario (m3/s)
y = 0,5129x + 6,9265
R² = 0,5464
y = 3,5861x
R² = 0,7016
0
2
4
6
8
10
12
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

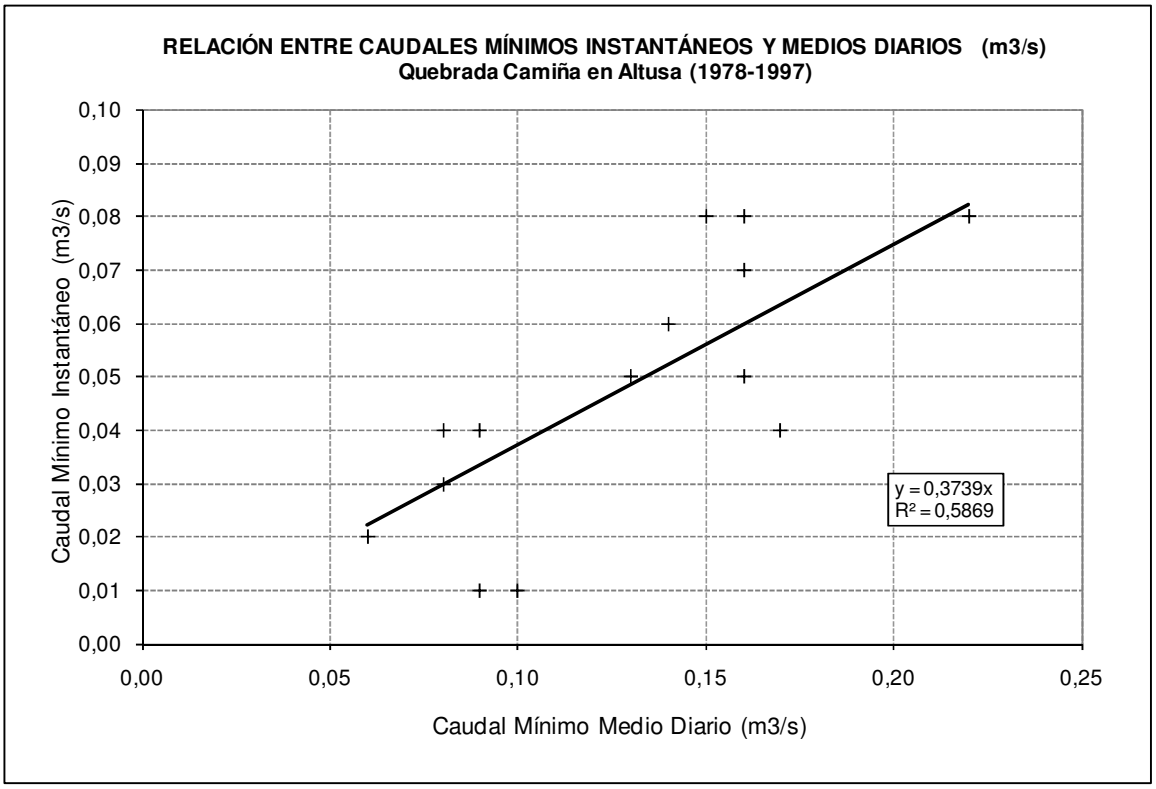

RELACIÓN ENTRE CAUDALES MAXIMOS INSTANTÁNEOS Y MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Río Coscaya en Pampa Lirima (1977-1989)
Caudal Máximo Instantáneo (m3/s)
Caudal Máximo Medio Diario (m3/s)
y = 1,2323x
R² = 0,8729
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
2,0

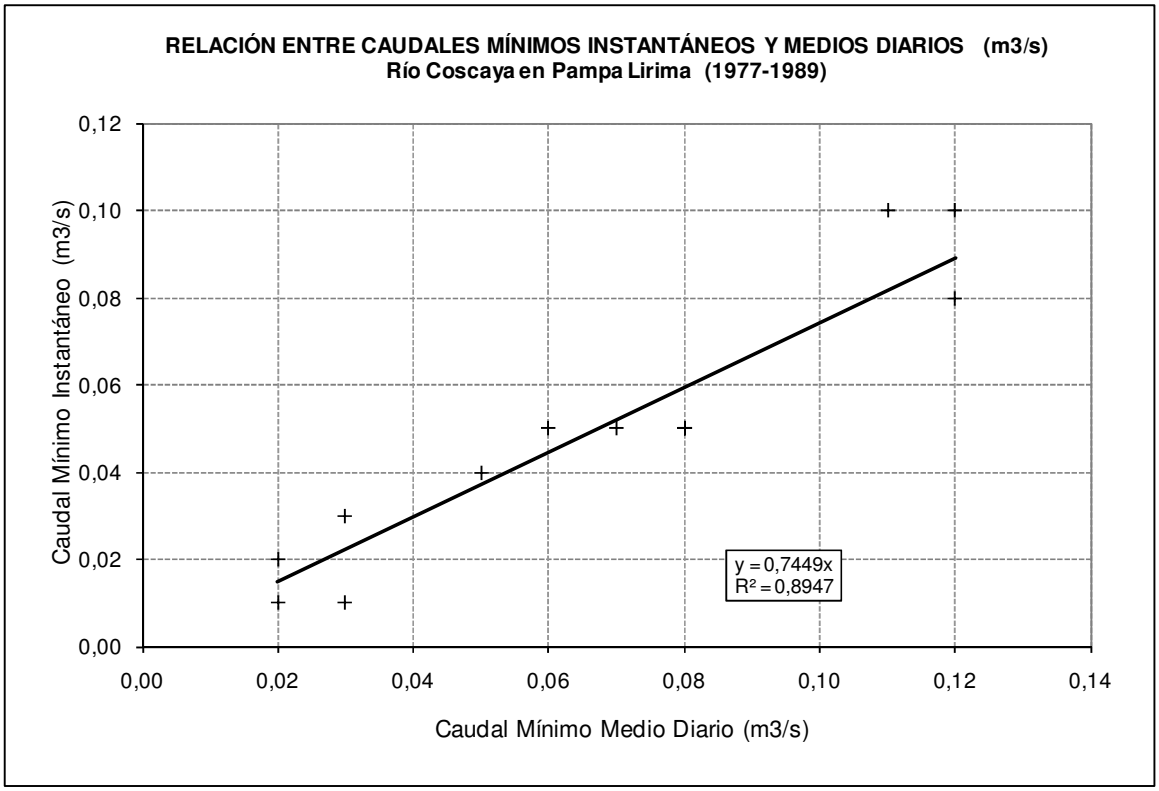

RELACIÓN ENTRE CAUDALES MAXIMOS MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Camiña en Altusa vs. Coscaya en Pampa Lirima (1978-1989)
Camiña
Coscaya
y = 9,0919x - 1,2503
R² = 0,8005
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2

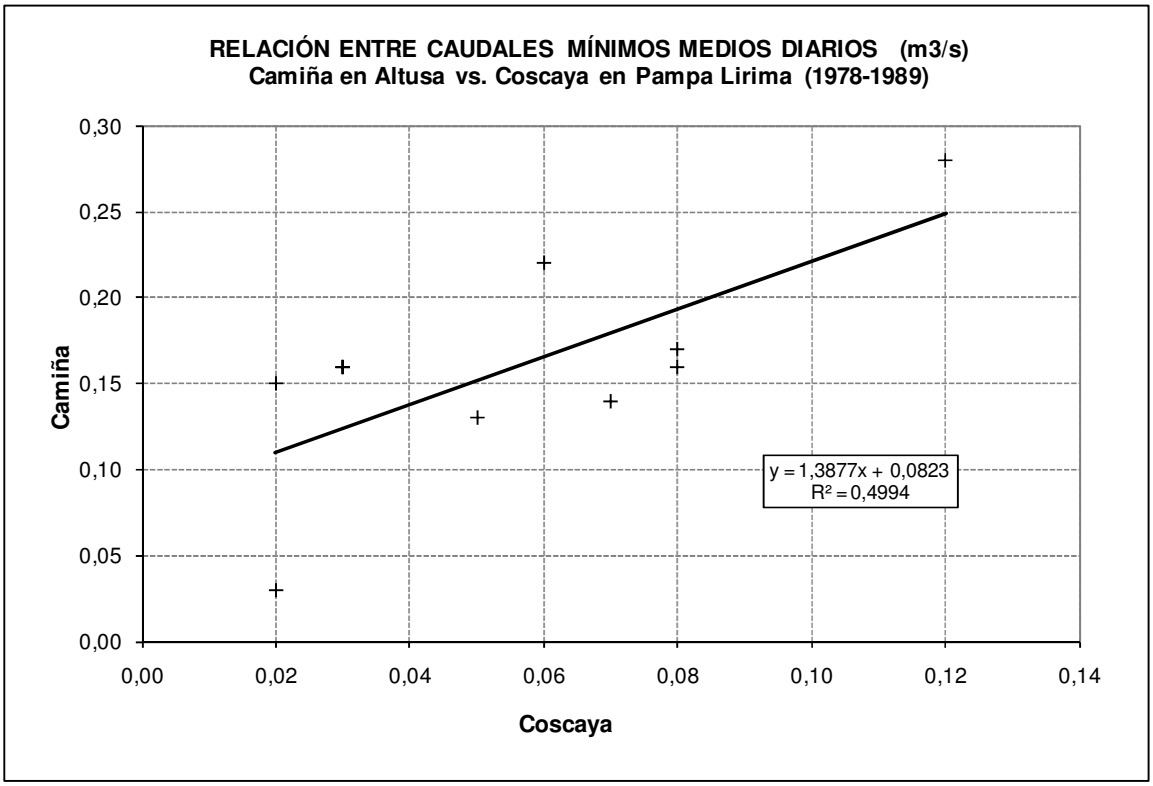

RELACIÓN ENTRE CAUDALES MAXIMOS MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Coscaya en Pampa Lirima vs Camiña en Altusa (1978-1989)
Coscaya
Camiña
y = 0,088x + 0,1933
R² = 0,8005
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

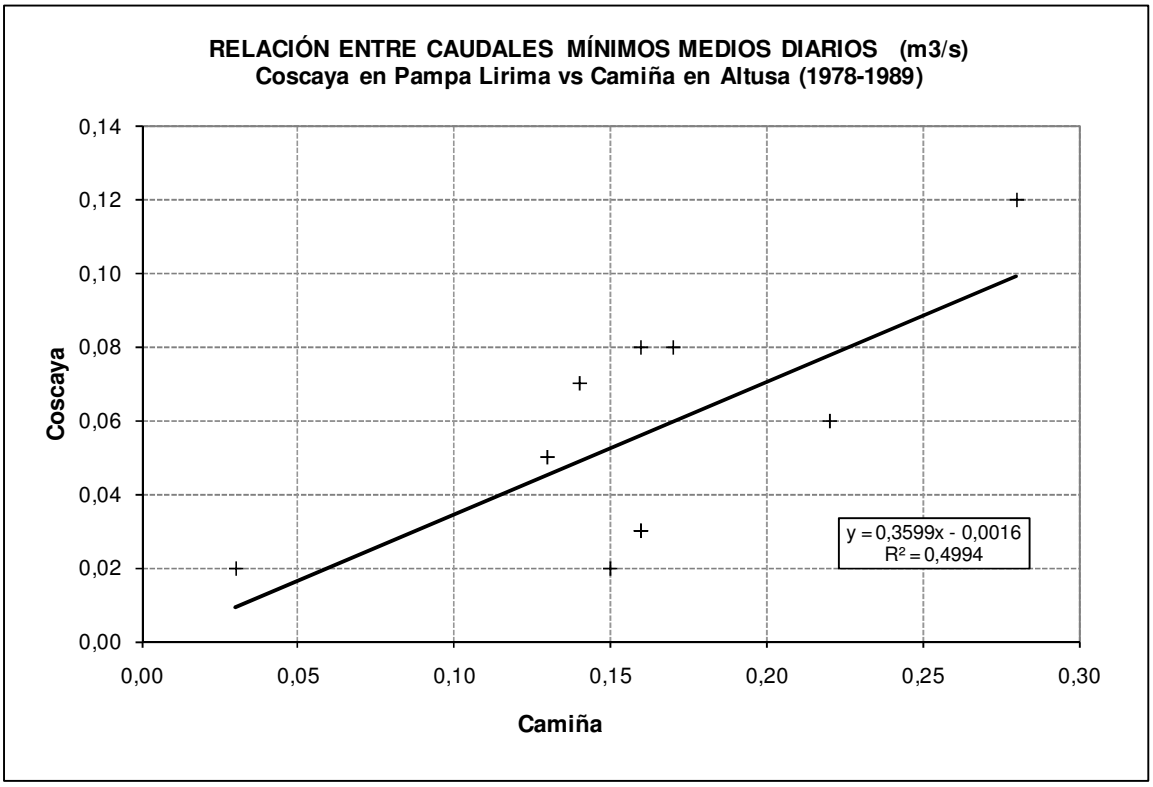
REVISIÓN DE ESTADÍSTICAS DE CAUDALES MÍNIMOS MEDIOS DIARIOS E INSTANTANEOS

QUEBRADA CAMIÑA EN ALTUSA			RIO COSCAYA EN PAMPA LIRIMA		
AÑO	Qmín-d(m3/s)	Qmín-i(m3/s)	AÑO	Qmín-d(m3/s)	Qmín-i(m3/s)
1977	**0,249**	***0,093***	1977	0,120	0,100
1978	0,280	***0,105***	1978	0,120	0,080
1979	0,140	***0,052***	1979	0,070	0,050
1980	0,150	0,080	1980	0,020	0,010
1981	0,160	0,070	1981	0,030	0,030
1982	0,160	0,050	1982	0,030	0,010
1983	0,030	***0,011***	1983	0,020	0,020
1984	0,130	0,010	1984	0,050	0,040
1985	0,140	0,060	1985	0,080	0,050
1986	0,220	0,080	1986	0,060	0,050
1987	0,170	0,110	1987	0,080	0,050
1988	0,160	0,080	1988	0,080	0,050
1989	0,170	0,040	1989	**0,060**	***0,044***
1990	0,100	0,010	1990	**0,034**	***0,026***
1991	0,170	0,010	1991	**0,060**	***0,044***
1992	0,090	0,010	1992	**0,031**	***0,023***
1993	0,060	0,020	1993	**0,020**	***0,015***
1994	0,080	0,040	1994	**0,027**	***0,020***
1995	0,090	0,040	1995	**0,031**	***0,023***
1996	0,080	0,030	1996	**0,027**	***0,020***
1997	0,130	0,050	1997	**0,045**	***0,034***
Prom.=	0,141	0,050	Prom.=	0,052	0,038
máx.=	0,280	0,110	máx.=	0,120	0,100
mín.=	0,030	0,010	mín.=	0,020	0,010
	y=1,3877x+ 0,0823 R² = 0,4994	y = 0,3739x R² = 0,5869		y= 0,3599x- 0,0016 R² = 0,4994	y = 0,7449x R² = 0,8947
y=A x + B :			y=A x + B :		
A=	1,3877	0,3739	A=	0,3599	0,7449
B=	0,0823		B=	-0,0016	
R2=	0,4994	0,5869	R2=	0,4994	0,8947
y :	Camiña	Qmín-i	y :	Coscaya	Qmín-i
x :	Coscaya	Qmín-d	x :	Camiña	Qmín-d


RELACIÓN ENTRE CAUDALES MÍNIMOS INSTANTÁNEOS Y MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Quebrada Camiña en Altusa (1978-1997)
Caudal Mínimo Instantáneo (m3/s)
0,10
0,09
0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0,00
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
Caudal Mínimo Medio Diario (m3/s)
y = 0,3739x
R² = 0,5869


RELACIÓN ENTRE CAUDALES MÍNIMOS INSTANTÁNEOS Y MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Río Coscaya en Pampa Lirima (1977-1989)
Caudal Mínimo Instantáneo (m3/s)
0,12
0,10
0,08
0,06
0,04
0,02
0,00
0,00
0,02
0,04
0,06
0,08
0,10
0,12
0,14
Caudal Mínimo Medio Diario (m3/s)
y = 0,7449x
R² = 0,8947


RELACIÓN ENTRE CAUDALES MÍNIMOS MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Camiña en Altusa vs. Coscaya en Pampa Lirima (1978-1989)
Camiña
Coscaya
y = 1,3877x + 0,0823
R² = 0,4994
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,00
0,02
0,04
0,06
0,08
0,10
0,12
0,14


RELACIÓN ENTRE CAUDALES MÍNIMOS MEDIOS DIARIOS (m3/s)
Coscaya en Pampa Lirima vs Camiña en Altusa (1978-1989)
Coscaya
Camiña
y = 0,3599x - 0,0016
R² = 0,4994
0,00
0,02
0,04
0,06
0,08
0,10
0,12
0,14
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30

ANEXO CAPITULO 5.3.4-B
LINEA BASE: GEOLOGÍA- HIDROQUÍMICA
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

DESCRIPCIÓN DE FUENTES TERMALES

Descripción de fuentes Termales seleccionadas en Puchuldiza

Id.	Este[1]	Norte	Tipo fuente	Muestra de agua[2]	Dimensión (cm)[3]	Prof. Agua (cm)[4]	Temp. (ºc)	Altura géiser (cm)[5]	Vol. Gas [6]	Q (l/s)[7]	Algas rojas-naranjas	Algas verde-azules[8]	Algas grises-negras	Estructuras[9]	Observaciones
PU-1	504.504	7.854.160	Poza	SI	230 x 230	150	80 (*)		3						Tº medida en jarro de muestreo. En diciembre, agua estaba a 1 m bajo la superficie. Poza acordonada.
PU-2A	504.405	7.853.699	Géiser de fuente		30 x 80	?	85		4					N35ºE	2 pozones de 30 cm de diámetro unidos, con un largo entre ambos de 80 cm. Se ubica sobre un montículo de sínter de 1 m de altura aproximadamente. En enero están secos.
PU-2B	504.408	7.853.700	Poza y géiser de fuente	SI	80 diám.		78	30	4						Agua turbia. Bulle permanentemente, sin géiser. Sínter del suelo está caliente. 3 m al sur, géiser intermitente, bulle x30" cada 2,5', se eleva max. 30 cm.
PU-3	504.359	7.853.600	Pozas alineadas	SI			82		3					EW	Una poza central y pozones laterales. El tamaño de los pozos es de 15 a 30 cm, alineados EW.
PU-4	504.202	7.853.477	Géiser de fuente	SI	250 diám.		70	30	4						Agua de desborde es conducida hacia piscina artificial (lugar turístico). Poza acordonada. Cono de 2 m de alto.
PU-5	503.800	7.853.469	Poza	SI	20x420		82		3	1 a 2	+			N15ºW	Derrame de algas naranjas hacia el sur.
PU-6	503.406	7.853.533	Pozas alineadas	SI			86		4					N40ºW	9 fuentes alineadas N40ºW. Los tamaños van de 10 a 30 cm de diámetro. El largo total es de aproximadamente 28 m.
PU-7	504.537	7.854.152	Poza		70x190	120			3				+		Poza de forma irregular. Agua no bulle.

[1] Coordenadas UTM WGS84
[2] Muestra de agua para análisis químico
[3] Tamaño de la poza, si es circular se indica diámetro; en caso contrario largo y ancho
[4] Profundidad del agua en cm. Bajo el nivel del terreno
[5] Altura de la columna de agua del géiser sobre el nivel del terreno (cm)
[6] Cantidad de emanación de gas 1=mucho, 4= sin gas
[7] Caudal de agua que emerge de la fuente y no retorna a ella (l/s)
[8] Cantidad y color de algas
[9] Dirección de estructuras geológicas

Id.	Este[1]	Norte	Tipo fuente	Muestra de agua[2]	Dimensión (cm)[3]	Prof. Agua (cm)[4]	Temp. (ºc)	Altura géiser (cm)[5]	Vol. Gas [6]	Q (l/s)[7]	Algas rojas-naranjas	Algas verde-azules[8]	Algas grises-negras	Estructuras[9]	Observaciones
PU-8	504.405	7.853.699	Géiser de fuente		(*)		80	50 a 300	1					N38ºE	Dos ductos conectados, con emanaciones alternadas: A. 40 cm diam., con géiser máx de 3 m. B. 30x60 cm con géiser de máx 50 cm. Halo de sínter gris, de 1,2 m radio. Ciclo completo de 4 min, con picks alternados de 30 seg. en cada ductos. Ebullición en pulsos, de aprox. 200 pulsos/minuto.
PU-9	504.434	7.854.122	Poza		60 diám.				4	1	+		+		
PU-10	504.434	7.854.103	Géiser de fuente en fractura		20x600		86	15	3	1 a 2	+		+	N22ºE	Fuente es una única fractura de 6 m largo. Mancha notoria de alga naranja. Caudal cae al estero.
PU-11	504.420	7.854.078	Pozas en fractura		30x50		75		4	0.5 a 1	+		+	N23ºE	Pozas aisladas, circulares, de 5 a 20 cm diám. Continuación al sur de fractura de PU10
PU-12	504.415	7.854.130	Poza		20 diám.				4	2 a 3					Importante caudal. Aguas abajo derrame se abre, para dar desarrollo de algas en mancha de 5 m x 0,1 m.
PU-13	504.490	7.853.982	Sondaje vertical			?		?							Sondaje con casing de 41/2". Con depósito de sínter dentro del casing, que reduce espacio interior a 4 cm diám. Halo de humedad sugiere que estuvo en ebullición hace unas horas (de madrugada).
PU-14	504.556	7.854.047	Géiser de fuente		15 diám.			30 y 80	4 a 3		-				2 ductos de 15 cm diám. Emanación intermitente en ciclo total de 3 min. Pick dura 40 segs. Halo negro de 80 cm. A 2m m al W de éste, un ducto con géiser con actividad muy esporádica, de 80 cm alto.
PU-15	504.563	7.853.666	Sondaje vertical					400	4	>5?	-		+		Chorro continuo de agua de 4 m alto, con fuerza. Depósito negro (+) y rojo (-).
PU-16	504.500	7.853.671	Poza seca		240 diám.	?									Poza acordonada. Punto turístico. Seca en diciembre y en enero.
PU-17	504.340	7.853.769	Sondaje inclinado												Casing 41/2". Agua en la boca del sondaje, sin bullir. En diciembre tenía chorro intermitente, tipo jet. Sondaje N60ºE/70º

Id.	Este[1]	Norte	Tipo fuente	Muestra de agua[2]	Dimensión (cm)[3]	Prof. Agua (cm)[4]	Temp. (ºc)	Altura géiser (cm)[5]	Vol. Gas [6]	Q (l/s)[7]	Algas rojas-naranjas	Algas verde-azules[8]	Algas grises-negras	Estructuras[9]	Observaciones
PU-18A	503.801	7.853.406	Poza	SI	30 diám.		79		4	<0,5	+	+	+		12 m al N, poza con Q 0,5 a 1 l/s
PU-18B	503.842	7.853.403	Géiser de cono extinto		90 diám.		64								Cono de 1,2 m de alto y 10 m diám. Rodeado de barro en su perímetro.
PU-19	503.592	7.853.318	Géiser de cono extinto		20x60										Cono de 20 m diám. y 1,5 m alto
PU-20	504.545	7.853.526	Fumarolas en fractura			> 1 m ?			2 a 1		+	+		N20ºE	Varias fumarolas en ductos de > 1m diám, profundos, de formas irregulares, evidencian haber tenido mucha actividad. Con ruido de movimiento de agua, algunos con gases, olor H2S y azufre.
PU-21	504.558	7.853.580	Fumarolas en fractura											N20ºE	
PU-22	504.226	7.853.185	Géiser de cono extinto		40 diám.	?								N57ºE	Cono de 26 m diám. y 2 m alto
PU-23	504.310	7.853.086	Géiser de fuente	SI	30x60		86	5	3	0.5 a 1	+	+++	-		Géiser continuo, con pulsos de ebullición de 150 a 200/minuto.
PU-24	504.255	7.853.033	Pozas alineadas		<x> 30 diám.									N16ºE	Agua levemente turbia, con arcilla. Varias pozas alineadas, de tamaños similares (30 cm)
PU-25	504.143	7.853.066	Estructura con micropozas				43			< 0,1	++	-		N30ºE	Sínter reciente. Estructura de 15 m de largo, con micropozas. Inmediatamente al oeste, estructura paralela, de 6 m de largo, con sínter antiguo.
PU-27	503.785	7.853.603	Vertiente en falla												
PU-28	503.900	7.853.633	Géiser de cono extinto		80 diám.	?								en falla	También hay varios otros conos de menor tamaño
PU-29	503.980	7.853.724	Géiser de cono extinto											N30ºW	Cono de 8 m diám, y 2,5 m de alto. Agua aflora en la base del edificio.
PU-30	503.946	7.853.713	Poza seca			?								EW a N80ºW	Con fractura de 3 m al sur, de rumbo EW a N80ºW, con otros ductos más pequeños en la fractura

Id.	Este[1]	Norte	Tipo fuente	Muestra de agua[2]	Dimensión (cm)[3]	Prof. Agua (cm)[4]	Temp. (ºc)	Altura géiser (cm)[5]	Vol. Gas [6]	Q (l/s)[7]	Algas rojas-naranjas	Algas verde-azules[8]	Algas grises-negras	Estructuras[9]	Observaciones
PU-31	504.076	7.853.676	Poza	SI	30x15		84				+	+			
PU-32A	504.189	7.853.868	Poza	SI	370 diám.	110	80 (*)	20	3					N24ºE	Agua algo turbia, con material en suspensión. Temp. medida en el borde. A 5 m en el rumbo de la estructura hacia el N, pequeño géiser de fuente.
PU-32B	504.192	7.853.899	Géiser de fuente		40 diám.			10	3 a 2	>0,5				N24ºE	
PU-33	504.253	7.853.913	Pozas alineadas		80x160	110			3					N40ºE	Alineamiento de 2 pozas N40ºW
PU-34	504.283	7.853.962	Pozas												
PU-35	504.342	7.854.050	Géiser de fuente	SI			66		3		+	-			Sector de pozas y algunos géiseres chicos < 20 cm alto que emanan en el eje del estero Puchuldiza. Un grupo de pozas tiene 4 m diám. Con algas rojas y verdes.

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo Planos: Plano 6 Hidroquímica).

ANEXO CAPITULO 5.3.4 - C
LINEA BASE: GEOLOGÍA - HIDROQUÍMICA
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

INFORME LABORATORIO

ALS Environmental

INFORME DE ENSAYO

SE1000060

Informe a:	Sustentable
Dirección:	Providencia 2640 Oficina A
Atención:	Gonzalo Lira
Fecha Certificado:	17-Feb-10
Fecha Recepción:	27-Ene-10
Muestreado por:	Gonzalo Lira
Proyecto:	---



Rodrigo Parra R.
Laboratory Manager
ALS Environmental

ALS ENVIRONMENTAL
Los Ebanistas 8521, La Reina Santiago
Fono: 2 654 61 09 Fax: 2 654 61 30

Informe Nº SE1000060
Resultados de Análisis

Identificación			PU-01	PU-02-B	PU-03	PU-04
Matriz			Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			19-01-2010	20-01-2010	20-01-2010	20-01-2010
Hora de Muestreo			12:45	14:55	15:40	15:55
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-1	SE1000060-2	SE1000060-3	SE1000060-4
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metales ICP-Masa Total						
Plata Total (Ag)	mg/L	08-Feb-10	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.010
Aluminio Total (Al)	mg/L	08-Feb-10	0.316	0.226	0.161	<0.20
Arsénico Total (As)	mg/L	08-Feb-10	10.0	11.2	11.8	13.9
Boro Total (B)	mg/L	08-Feb-10	67.9	80.2	84.1	85.7
Bario Total (Ba)	mg/L	08-Feb-10	0.206	0.183	0.185	0.267
Berilio Total (Be)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.050
Bismuto Total (Bi)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.20
Calcio Total (Ca)	mg/L	08-Feb-10	47.2	21.1	12.5	43.1
Cadmio Total (Cd)	mg/L	08-Feb-10	<0.0025	<0.0025	<0.0025	0.033
Cobalto Total (Co)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.010
Cromo Total (Cr)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.010
Cobre Total (Cu)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	<0.0050	0.0054	<0.010
Hierro Total (Fe)	mg/L	08-Feb-10	0.050	0.085	0.034	<0.030
Potasio Total (K)	mg/L	08-Feb-10	165	195	199	193
Litio Total (Li)	mg/L	08-Feb-10	10.4	12.1	12.2	11.0
Magnesio Total (Mg)	mg/L	08-Feb-10	1.86	0.24	0.10	0.92
Manganeso Total (Mn)	mg/L	08-Feb-10	0.175	0.0150	0.0031	0.101
Molibdeno Total (Mo)	mg/L	08-Feb-10	0.0027	0.0035	0.0033	<0.030
Sodio Total (Na)	mg/L	08-Feb-10	1280	1490	1530	1420
Niquel Total (Ni)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.050
Fósforo Total (P)	mg/L	08-Feb-10	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Plomo Total (Pb)	mg/L	08-Feb-10	0.0040	0.0042	0.0047	<0.050
Antimonio Total (Sb)	mg/L	08-Feb-10	0.485	0.752	0.883	0.99
Selenio Total (Se)	mg/L	08-Feb-10	<0.050	0.054	0.067	<0.20
Silicio Total (Si)	mg/L	08-Feb-10	141	179	187	170
Estaño Total (Sn)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	0.0056	0.0057	<0.030
Estroncio Total (Sr)	mg/L	08-Feb-10	2.24	1.91	1.95	2.59
Titanio Total (Ti)	mg/L	08-Feb-10	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Talio Total (Tl)	mg/L	08-Feb-10	0.0069	0.0161	0.0146	<0.20
Vanadio Total (V)	mg/L	08-Feb-10	<0.050	<0.050	<0.050	<0.030
Zinc Total (Zn)	mg/L	08-Feb-10	0.141	0.108	0.147	0.0455

ALS ENVIRONMENTAL
Los Ebanistas 8521, La Reina Santiago
Fono: 2 654 61 09 Fax: 2 654 61 30

Identificación			PU-01	PU-02-B	PU-03	PU-04
Matriz			Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			19-01-2010	20-01-2010	20-01-2010	20-01-2010
Hora de Muestreo			12:45	14:55	15:40	15:55
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-1	SE1000060-2	SE1000060-3	SE1000060-4
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Parámetros Físico Químicos						
Alcalinidad Bicarbonato	mg/L $CaCO_3$	03-Feb-10	231	157	153	252
Alcalinidad Carbonato	mg/L $CaCO_3$	03-Feb-10	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µs/cm	15-Feb-10	7660	9090	8920	8330
pH	pH	27-Ene-10	7.77	7.33	7.88	7.53
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	02-Feb-10	4580	5492	5048	5476
Parámetros Inorganicos						
Cloruro (Cl)	mg/L	13-Feb-10	2380	2822	2773	2650
Fluoruro (F)	mg/L	29-Ene-10	2.5	4.1	3.3	3,0
Sílice Total	mg/L	02-Feb-10	189	148	146	153
Sulfato (SO4)	mg/L	15-Feb-10	176	212	168	202

Identificación			PU-05	PU-06	PU-18	PU-23
Matriz			Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			20-01-2010	20-01-2010	20-01-2010	21-01-2010
Hora de Muestreo			16:15	18:00	17:00	11:55
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-5	SE1000060-6	SE1000060-7	SE1000060-8
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metales ICP-Masa Total						
Plata Total (Ag)	mg/L	08-Feb-10	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050
Aluminio Total (Al)	mg/L	08-Feb-10	0.099	0.102	0.127	0.147
Arsénico Total (As)	mg/L	08-Feb-10	11.4	10.9	10.9	10.3
Boro Total (B)	mg/L	08-Feb-10	83.4	79.6	76.4	75.3
Bario Total (Ba)	mg/L	08-Feb-10	0.147	0.154	0.176	0.290
Berilio Total (Be)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Bismuto Total (Bi)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Calcio Total (Ca)	mg/L	08-Feb-10	54.6	45.1	36.8	47.2
Cadmio Total (Cd)	mg/L	08-Feb-10	<0.0025	<0.0025	<0.0025	<0.0025
Cobalto Total (Co)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Cromo Total (Cr)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Cobre Total (Cu)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Hierro Total (Fe)	mg/L	08-Feb-10	<0.030	0.256	1.62	0.208
Potasio Total (K)	mg/L	08-Feb-10	169	148	166	170
Litio Total (Li)	mg/L	08-Feb-10	12.7	11.3	11.2	11.5
Magnesio Total (Mg)	mg/L	08-Feb-10	1.31	1.31	1.18	1.25

Identificación			PU-05	PU-06	PU-18	PU-23
Matriz			Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			20-01-2010	20-01-2010	20-01-2010	21-01-2010
Hora de Muestreo			16:15	18:00	17:00	11:55
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-5	SE1000060-6	SE1000060-7	SE1000060-8
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metales ICP-Masa Total						
Manganeso Total (Mn)	mg/L	08-Feb-10	0.218	0.396	0.268	0.363
Molibdeno Total (Mo)	mg/L	08-Feb-10	0.0027	0.0026	<0.0025	<0.0025
Sodio Total (Na)	mg/L	08-Feb-10	1460	1370	1350	1360
Niquel Total (Ni)	mg/L	08-Feb-10	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
Fósforo Total (P)	mg/L	08-Feb-10	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Plomo Total (Pb)	mg/L	08-Feb-10	0.0048	0.0063	0.0070	0.0138
Antimonio Total (Sb)	mg/L	08-Feb-10	0.512	0.580	0.182	0.379
Selenio Total (Se)	mg/L	08-Feb-10	0.068	0.062	0.060	0.073
Silicio Total (Si)	mg/L	08-Feb-10	152	138	136	124
Estaño Total (Sn)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	0.0054	<0.0050	0.0059
Estroncio Total (Sr)	mg/L	08-Feb-10	2.81	2.51	2.29	2.65
Titanio Total (Ti)	mg/L	08-Feb-10	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Talio Total (Tl)	mg/L	08-Feb-10	0.0073	<0.0050	<0.0050	0.0052
Vanadio Total (V)	mg/L	08-Feb-10	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Zinc Total (Zn)	mg/L	08-Feb-10	0.105	0.129	0.144	0.236
Parámetros Físico Químicos						
Alcalinidad Bicarbonato	mg/L $CaCO_3$	03-Feb-10	258	211	199	252
Alcalinidad Carbonato	mg/L $CaCO_3$	03-Feb-10	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µs/cm	15-Feb-10	8460	7970	7990	8060
pH	pH	27-Ene-10	7.91	7.86	6.89	7.78
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	02-Feb-10	5104	5288	4744	4644
Parámetros Inorganicos						
Cloruro (Cl)	mg/L	13-Feb-10	2576	2517	2458	2488
Fluoruro (F)	mg/L	29-Ene-10	2.7	2.4	3,0	2.6
Sílice Total	mg/L	02-Feb-10	154	173	263	237
Sulfato (SO4)	mg/L	15-Feb-10	201	172	173	161

ALS ENVIRONMENTAL
Los Ebanistas 8521, La Reina Santiago
Fono: 2 654 61 09 Fax: 2 654 61 30

Identificación			PU-26	PU-31	PU-32	PU-35
Matriz			Agua Superficial	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			21-01-2010	21-01-2010	21-01-2010	21-01-2010
Hora de Muestreo			13:35	16:25	17:00	18:00
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-9	SE1000060-10	SE1000060-11	SE1000060-12
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metales ICP-Masa Total						
Plata Total (Ag)	mg/L	08-Feb-10	<0.000010	<0.00050	<0.010	<0.00050
Aluminio Total (Al)	mg/L	08-Feb-10	0.450	0.188	<0.20	0.128
Arsénico Total (As)	mg/L	08-Feb-10	0.00628	10.8	13.1	10.7
Boro Total (B)	mg/L	08-Feb-10	0.380	74.3	83.4	66.8
Bario Total (Ba)	mg/L	08-Feb-10	0.0126	0.185	0.163	0.189
Berilio Total (Be)	mg/L	08-Feb-10	<0.00050	<0.025	<0.050	<0.025
Bismuto Total (Bi)	mg/L	08-Feb-10	<0.00050	<0.025	<0.20	<0.025
Calcio Total (Ca)	mg/L	08-Feb-10	8.08	46.1	47.7	34.7
Cadmio Total (Cd)	mg/L	08-Feb-10	<0.000050	<0.0025	0.023	<0.0025
Cobalto Total (Co)	mg/L	08-Feb-10	0.00070	<0.0050	<0.010	<0.0050
Cromo Total (Cr)	mg/L	08-Feb-10	0.00084	<0.025	<0.010	<0.025
Cobre Total (Cu)	mg/L	08-Feb-10	0.00289	<0.0050	<0.010	<0.0050
Hierro Total (Fe)	mg/L	08-Feb-10	0.550	0.344	<0.030	0.131
Potasio Total (K)	mg/L	08-Feb-10	5.3	165	161	145
Litio Total (Li)	mg/L	08-Feb-10	<0.0050	11.0	10.5	10.0
Magnesio Total (Mg)	mg/L	08-Feb-10	3.66	1.17	1.59	1.45
Manganeso Total (Mn)	mg/L	08-Feb-10	0.0472	0.202	0.192	0.160
Molibdeno Total (Mo)	mg/L	08-Feb-10	0.00286	0.0036	<0.030	0.0093
Sodio Total (Na)	mg/L	08-Feb-10	6.3	1280	1350	1240
Niquel Total (Ni)	mg/L	08-Feb-10	0.00124	<0.025	<0.050	<0.025
Fósforo Total (P)	mg/L	08-Feb-10	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Plomo Total (Pb)	mg/L	08-Feb-10	0.000440	0.0042	<0.050	0.0044
Antimonio Total (Sb)	mg/L	08-Feb-10	0.00036	0.240	0.77	1.23
Selenio Total (Se)	mg/L	08-Feb-10	<0.0010	<0.050	<0.20	<0.050
Silicio Total (Si)	mg/L	08-Feb-10	19.7	144	134	125
Estaño Total (Sn)	mg/L	08-Feb-10	<0.00010	0.0051	<0.030	<0.0050
Estroncio Total (Sr)	mg/L	08-Feb-10	0.0845	2.48	2.68	1.82
Titanio Total (Ti)	mg/L	08-Feb-10	0.011	<0.010	<0.010	<0.010
Talio Total (Tl)	mg/L	08-Feb-10	<0.00010	0.0232	<0.20	0.0051
Vanadio Total (V)	mg/L	08-Feb-10	0.0186	<0.050	<0.030	<0.050
Zinc Total (Zn)	mg/L	08-Feb-10	0.0363	0.144	0.0430	0.140

ALS ENVIRONMENTAL
Los Ebanistas 8521, La Reina Santiago
Fono: 2 654 61 09 Fax: 2 654 61 30

Identificación			PU-26	PU-31	PU-32	PU-35
Matriz			Agua Superficial	Agua Subterranea	Agua Subterranea	Agua Subterranea
Fecha de Muestreo			21-01-2010	21-01-2010	21-01-2010	21-01-2010
Hora de Muestreo			13:35	16:25	17:00	18:00
Código de ALS		Fecha de	SE1000060-9	SE1000060-10	SE1000060-11	SE1000060-12
Parámetros	Unidades	análisis	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Parámetros Físico Químicos						
Alcalinidad Bicarbonato	mg/L $CaCO_3$	02-Mar-10	48	252	260	66
Alcalinidad Carbonato	mg/L $CaCO_3$	02-Mar-10	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µs/cm	15-Feb-10	124	8080	8320	7260
pH	pH	27-Ene-10	7.14	8.38	7.67	7.37
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	02-Feb-10	52	4756	4988	3228
Parámetros Inorganicos						
Cloruro (Cl)	mg/L	13-Feb-10	<10	2380	2488	2380
Fluoruro (F)	mg/L	29-Ene-10	0.2	2.9	2.8	2.0
Sílice Total	mg/L	02-Feb-10	230	43	198	242
Sulfato (SO4)	mg/L	15-Feb-10	<20	180	220	187

Comentarios:
pH y Conductividad medidos en laboratorio a 25ºC

Comentarios Análisis Subcontratados:
Análisis de metales totales y/o Disueltos es Subcontratado en ALS Externo

Metodología

-Alcalinidad Bicarbonato, Carbonato, Hidróxido y Total, Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.2005 (1)

-Cloruro, Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page 4-70 to 4-71, 21st ed.2005 (1)

-Conductividad, Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.2005 (1)

-Fluoruro, Ion-Selective Electrode Method. APHA 4500-F-C, page 4-84 - 4-85, 21st ed.2005 (1)

-pH, Electrometric Method, APHA 4500-H^+-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.2005 (1)

-Sílice, Molybdosilicate Method, APHA 4500-SiO_2-B, page 4-165 to 4-167, 21st ed.2005 (1)

-Sólidos Disueltos Totales, Total Disolved Solids Dried at 180°C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.2005 (1)

-Sulfato, Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO_4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005 (1)
-Determinación de Metales Totales ICPMS, los procedimientos involucran el tratamiento preliminar de la muestra por digestión ácida, usando tanto Hotblock como Horno Microndа o Filtración (EPA Method 3005A). El análisis instrumental es por Inducción de Plasma acoplado - Espectofotometria de emision óptica (EPA Method 6010B) y por inducción Plasma acoplado - espectofotometria de masa (EPA Method 6020A) (1)(5)

Referencia

[1] "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 21th Ed. 2005 APHA WWA.

[5] "EPA Methods SW-846 December 1997 Version 2.0

Observaciones

1. La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
2. Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
3. La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.

ANEXO CAPITULO 5.4.2-A
LINEA BASE: FAUNA TERRESTRE
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2

I REGIÓN

FAUNA TERRESTRE

Tabla Nº 1 Líneas de Monitoreo por Taxa

AMBIENTE	ID	UTM INICIO	UTM FIN	TAXA	MÉTODO	AREA
Pajonal Hídrico	Av1	505089 E 7854591 N	504903 E 7854360 N	Aves	Transecto 300 x 20 x 20 m	1,2 ha
	Re1	505089 E 7854591 N	505043 E 7854503 N	Reptiles	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	An1	505089 E 7854591 N	505043 E 7854503 N	Anfibios	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	Mm1	505089 E 7854591 N	504976 E 7854427 N	Micromamíferos	Trampas Sherman 20/noche	0,42 ha
	Me1	505172 E 7854999 N	504669 E 7854217 N	Mesomamíferos	Transecto 1000 x 100 m	10 ha
	Tc1	505089 E 7854591 N	--- ---	Mamíferos	Trampas Cámara 1/noche	500 ha félidos 200 ha cánidos
Pajonal	Av2	504319 E 7854312 N	504159 E 7854059 N	Aves	Transecto 300 x 20 x 20 m	1,2 ha
	Re2	504319 E 7854312 N	504251 E 7854236 N	Reptiles	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	Mm2	504319 E 7854312 N	504210 E 7854141 N	Micromamíferos	Trampas Sherman 20/noche	0,42 ha
	Me2	504319 E 7854312 N	503507 E 7854008 N	Mesomamíferos	Transecto 1000 x 100 m	10 ha
	Tc2	504319 E 7854312 N	--- ---	Mamíferos	Trampas Cámara 1/noche	500 ha félidos 200 ha cánidos
Tolar	Av3	502365 E 7854118 N	502609 E 7853944 N	Aves	Transecto 300 x 20 x 20 m	1,2 ha

AMBIENTE	ID	UTM INICIO	UTM FIN	TAXA	MÉTODO	AREA
	Re3	502365 E 7854118 N	502422 E 7854036 N	Reptiles	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	Mm3	502365 E 7854118 N	502501 E 7853977 N	Micromamíferos	Trampas Sherman 20/noche	0,42 ha
	Me3	502365 E 7854118 N	503261 E 7853826 N	Mesomamíferos	Transecto 1000 x 100 m	10 ha
	Tc3	502365 E 7854118 N	--- ---	Mamíferos	Trampas Cámara 1/noche	500 ha félidos 200 ha cánidos
Bofedal	Av4	502690 E 7851955 N	502791 E 7852220 N	Aves	Transecto 300 x 20 x 20 m	1,2 ha
	Re4	502690 E 7851955 N	502742 E 7852041 N	Reptiles	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	An4	502690 E 7851955 N	502742 E 7852041 N	Anfibios	Transecto 100 x 2 x 2 m	0,04 ha
	Mm4	502690 E 7851955 N	502737 E 7852137 N	Micromamíferos	Trampas Sherman 20/noche	0,42 ha
	Me4	502690 E 7851955 N	503007 E 7852860 N	Mesomamíferos	Transecto 1000 x 100 m	10 ha
	Tc4	502690 E 7851955 N	--- ---	Mamíferos	Trampas Cámara 1/noche	500 ha félidos 200 ha cánidos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla Nº 2 Vertebrados observados y potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto

CLASE	ORDEN	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	REGISTRO
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas bahamensis*	Pato gargantillo	Observado
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas flavirostris*	Pato jergón chico	Observado
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas georgica*	Pato jergón grande	Observado
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Chloephaga melanoptera*	Piuquén	Observado
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Lophonetta specularoides*	Pato juarjal	Observado
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Merganetta armata*	Pato cortacorrientes	Observado
Aves	Apodiformes	Charadriidae	*Oreotrochilus estella*	Picaflor de la Puna	Bibliográfico
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius alticola*	Chorlo de la puna	Bibliográfico
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	*Oreopholus ruficollis*	Chorlo de campo	Bibliográfico
Aves	Charadriiformes	Laridae	*Larus serranus*	Gaviota andina	Bibliográfico
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago andina*	Becasina de la puna	Bibliográfico
Aves	Charadriiformes	Thinocoridae	*Thrinocorus orbignianus*	Perdicita cojón	Bibliográfico
Aves	Ciconiiformes	Cathartidae	*Vultur gryphus*	Condor	Observado
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Metriopelia aymara*	Tortolita de la puna	Bibliográfico
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Metriopelia melanoptera*	Tórtola cordillerana	Bibliográfico
Aves	Falconiformes	Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho	Bibliográfico
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco femoralis*	Halcón perdiguero	Bibliográfico
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Bibliográfico
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Milvago chimango*	Tiuque	Bibliográfico
Aves	Falconiformes	Falconidae	*Phalcoboenus megalopterus*	Carancho cordillerano	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Phrygilus dorsalis*	Cometocino dorso castaño	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Phrygilus plebejus*	Plebeyo	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Sicalis auriventris*	Chirihue dorado	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Phrygilus atriceps*	Cometocino del norte	Observado

CLASE	ORDEN	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	REGISTRO
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Phrygilus unicolor*	Pajaro Plomo	Observado
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Sicalis olivascens*	Chirihue verdoso	Observado
Aves	Passeriformes	Emberizidae	*Sicalis uropygialis*	Chirihue cordillerano	Observado
Aves	Passeriformes	Fringilidae	*Carduelis atrata*	Jilguero negro	Observado
Aves	Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis uropygialis*	Jilguero cordillerano	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Asthenes dorbignyii*	Canastero del norte	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Lepthatesnura aegithaloides*	Tijeral	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Upucerthia ruficauda*	Bandurrilla de pico recto	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes fuscus*	Churrete acanelado	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Geositta punensis*	Minero de la puna	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Asthenes modesta*	Canastero chico	Observado
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Cinclodes atacamensis*	Churrete de alas blancas	Observado
Aves	Passeriformes	Furnariidae	*Geositta cunicularia*	Minero	Observado
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina bermeja	Observado
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro	Observado
Aves	Passeriformes	Motacillidae	*Anthus correndera*	Bailarín chico	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Agriornis andicola*	Mero de la puna	Observado
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola maculirostris*	Dormilona chica	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona nuca roja	Bibliográfico
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Agiornis montana*	Mero gaucho	Observado
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Lessonia oreas*	Colegial del norte	Observado
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola flavinucha*	Dormilona fraile	Observado
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Muscisaxicola juninensis*	Dormilona de la puna	Observado
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Bolborhynchus aurifrons*	Perico cordillerano	Bibliográfico
Aves	Rheiformes	Rheidae	*Rhea pennata tarapacensis*	Suri	Observado

CLASE	ORDEN	FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMÚN	REGISTRO
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Bubo magellanicus*	Tucúquere	Bibliográfico
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	*Tinamotis pentlandii*	Perdiz de la puna	Observado
Mammalia	Artiodactyla	Camelidae	*Lama guanicoe*	Guanaco	Bibliográfico
Mammalia	Artiodactyla	Camelidae	*Lama glama*	Llama	Observado
Mammalia	Artiodactyla	Camelidae	*Vicugna pacos*	Alpaca	Observado
Mammalia	Artiodactyla	Camelidae	*Vicugna vicugna*	Vicuña	Observado
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Pseudalopex culpeus*	Zorro Culpeo	Bibliográfico
Mammalia	Carnivora	Canidae	*Pseudalopex griseus*	Zorro chilla o gris	Observado
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Lynchailurus colocolo*	Colo colo	Bibliográfico
Mammalia	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma	Bibliográfico
Mammalia	Perissodactyla	Equidae	*Equus asinus*	Burro feral	Observado
Mammalia	Rodentia	Abrocomidae	*Abrocoma cinerea*	Ratón chinchilla cola corta	Bibliográfico
Mammalia	Rodentia	Chinchilllidae	*Lagidium viscacia*	Vizcacha	Observado
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Abrothrix andinus*	Ratón andino	Bibliográfico
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis limatus*	Ratón orejudo amarillo	Bibliográfico
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis xanthopygus*	Lauchón Orejudo	Bibliográfico
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	*Akodon albiventer*	Ratón de vientre blanco	Observado
Reptilia	Sauria	Liolaemidae	*Velosaura aymararum*	Jararanco aymara	Bibliográfico
Reptilia	Sauria	Liolaemidae	*Liolaemus pantherinus*	Lagartija pantera	Observado
Reptilia	Sauria	Liolaemidae	*Liolaemus signifer*	Lagarto rubricado	Observado
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Bufo spinulosus*	Sapo espinoso	Observado

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO CAPITULO 5.4.3-A
LINEA BASE: LIMNOLOGÍA
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

INFORME DE CALIDAD DE AGUA

ANEXO 5.4.3-A
INFORME DE CALIDAD DE AGUA

A continuación se describen los resultados de los parámetros de calidad de agua obtenidos en el área de estudio. Los valores obtenidos se indican en la **Tabla 1.** En la **Tabla 2** y **Tabla 3** se indican los valores de los parámetros que incluye la norma técnica Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78, la que establece los requisitos de calidad de agua para riego y vida acuática. La **Tabla 4** muestra las concentraciones de metales registradas en sedimentos del área de estudio.

1 Parámetros físico-químicos (temperatura, ph, conductividad específica, sólidos totales disueltos, alcalinidad total y oxígeno disuelto, color, sólidos flotantes y espumas e hidrocarburos)

- **Temperatura y pH:** El valor promedio de temperatura en el área de estudio fue 26,2 °C, valor que varió entre 20,5 y 39,6 °C (**Tabla 1**). El menor valor de temperatura lo presentó la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y el mayor valor la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

Los valores de temperatura registrados en todas las estaciones de muestreo corresponden al valor natural de los cursos de agua considerando que el área de estudio es parte de una zona de fuentes termales. De esta manera, los valores de temperatura obtenidos en esta línea de base constituyen valores naturales para esta área de estudio, lo cual es exigido por la Norma Chilena 1.333, Of. 78 que define los requisitos para aguas destinadas al desarrollo de vida acuática (**Tabla 3**).

El valor promedio de pH en el área de estudio fue 8,2 unidades, el cual fluctuó entre 7,7 y 8,8 unidades (**Tabla 1**). El menor valor de pH fue medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) y el valor máximo fue registrado en la estación E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres). El rango de valores de pH mostró una condición generalizada de valores básicos de pH, valores que frecuentemente son medidos en cuerpos de agua continentales y que representan una condición de hábitat favorable para la biota acuática.

Todas las estaciones de muestreo presentaron valores de pH que se encuentran dentro de los valores límites establecidos por la Norma Chilena 1.333, Of. 78, la que establece los requisitos de calidad del agua para riego y vida acuática. Debido a lo anterior, el recurso hídrico en el área de estudio presenta aptitud para riego (**Tabla 2**) y para el desarrollo de biota acuática (**Tabla 3**), ello en función del valor de pH.

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua. Estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

PARÁMETROS	UNIDAD	ESTACIONES DE MUESTREO					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Temperatura	ºC	20,5	39,6	24,6	26,8	21,5	24,2
pH	-	8,3	7,7	8,2	8,1	8,3	8,8
Oxígeno disuelto	mg/l	7,70	8,12	8,35	8,24	8,22	8,01
Conductividad específica	mS/cm	0,086	7,78	7,18	7,29	7,70	7,53
Sólidos totales disueltos	g/l	0,44	4,40	3,50	3,86	3,70	3,70
Alcalinidad Total	mg/l	49,0	244,0	261,0	220,0	223,0	219,0
Aluminio	mg/l	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico	mg/l	0,008	9,320	8,090	9,200	8,160	8,770
Bario	mg/l	<0,01	0,10	0,06	0,05	0,04	0,05
Berilio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/l	0,44	45,30	39,80	44,90	39,10	39,30
Cadmio	mg/l	<0,002	0,144	0,125	0,144	0,134	0,160
Cianuro	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruros	mg/l	1,81	2237	2415	2344	2296	2396
Cobalto	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoruro	mg/l	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Hierro	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	<0,03
Litio	mg/l	0,05	9,81	8,86	9,86	8,78	9,35
Manganeso	mg/l	<0,01	0,03	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plata	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg/l	0,008	0,051	0,061	0,050	0,047	0,051
Selenio	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Sodio porcentual	%	29,2	84,3	83,3	86,3	96,5	85,8
RAS	-	0,65	42,90	39,90	54,60	71,90	48,10
Sulfato	mg/l	9,9	100,8	84,4	85,3	88,0	187,9
Vanadio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes fecales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Comparación de valores medidos con los valores indicados en la Norma Chile Oficial 1.333, Of. 78 que regula el uso para riego. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre de 2009.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITES NCH 1.333	ESTACIONES DE MUESTREO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6
pH	unidad	5,5 - 9,0	8,3	7,7	8,2	8,1	8,3	8,8
Conductividad específica	µS/cm	≤ 750	86	7.780	7.180	7.290	7.700	7.530
Sólidos disueltos totales	mg/l	≤ 500	442	4.400	3.500	3.860	3.700	3.700
Aluminio	mg/l	5,0	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico	mg/l	0,10	0,008	9,32	8,09	9,20	8,16	8,77
Bario	mg/l	4,0	<0,01	0,10	0,06	0,05	0,04	0,05
Berilio	mg/l	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/l	0,75	0,44	45,3	39,8	44,9	39,1	39,3
Cadmio	mg/l	0,010	<0,002	0,144	0,125	0,144	0,134	0,160
Cianuro	mg/l	0,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruro	mg/l	200	1,81	2237	2415	2344	2296	2396
Cobalto	mg/l	0,050	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre	mg/l	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	mg/l	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoruro	mg/l	1,00	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Hierro	mg/l	5,00	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	<0,03
Litio	mg/l	2,50	0,05	9,81	8,86	9,86	8,78	9,35
Manganeso	mg/l	0,20	<0,01	0,03	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg/l	0,010	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Níquel	mg/l	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plata	mg/l	0,20	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo	mg/l	5,0	0,008	0,051	0,061	0,050	0,047	0,051
Selenio	mg/l	0,020	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Sodio porcentual	%	35,0	29,2	84,3	83,3	86,3	96,5	85,8
Sulfatos	mg/l	250,0	9,9	100,8	84,4	85,3	88,0	187,9
Vanadio	mg/l	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc	mg/l	2,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
RAS	-		0,65	42,9	39,9	54,6	71,9	48,1
Coliformes fecales	NMP/100ml	1.000	<2	<2	<2	<2	<2	<2

El valor resaltado indica que sobrepasa el valor de la normativa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Comparación de los valores medidos con los valores indicados en la Norma Chile Oficial 1.333, Of. 78 que regula el uso para vida acuática. Estudio de biota acuática y calidad de agua en el estero Puchuldiza. Diciembre de 2009.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALORES LÍMITES DE LA NCH 1.333	ESTACIONES DE MUESTREO					
			E1	E2	E3	E4	E5	E6
pH	unidad	5,5 - 9,0	8,3	7,7	8,2	8,1	8,3	8,8
Oxigeno disuelto	mg/l	≥ 5,0	7,7	8,12	8,35	8,24	8,22	8,01
Alcalinidad total	mg/l de $CaCO_3$	≥ 20	49	244	261	220	223	219
Temperatura	ºC	≤ 3 sobre el valor natural	20,5	39,6	24,6	26,8	21,5	24,2
Color	-	Ausencia de colores artificiales	Ausencia					
Sólidos flotantes y espumas no naturales	-	Ausentes	Ausentes					
Petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo	-	No debe haber detección visual	Sin detección visual					
		No debe haber cubrimiento de fondo, orilla o ribera	Sin cubrimiento de fondo, orilla o ribera					
		No debe haber olor perceptible	Sin olor perceptible					

Fuente: Elaboración propia.

- **Concentración de oxígeno disuelto:** El valor promedio de oxígeno disuelto fue 8,1 mg/l, el cual varió desde 7,7 mg/l, valor medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta 8,4 mg/l, valor medido en la estación de muestreo E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) (Tabla 1).

Los valores de oxígeno disuelto medidos en las estaciones de muestreo fueron mayores que el valor mínimo establecido en la NCh. 1.333, Of. 78, para aguas destinadas a vida acuática (5,0 mg/l), lo cual indica que el recurso presenta una condición favorable para el desarrollo de vida acuática en función de este parámetro (**Tabla 3**).

- **Conductividad específica y Sólidos totales disueltos**: El valor promedio de conductividad específica en el área de estudio fue 6,3 mS/cm, el cual varió desde 0,086 mS/cm medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 7,8 mS/cm medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) (Tabla 1). Asociado a la conductividad, los valores de sólidos totales disueltos (STD) variaron desde 0,4 g/l medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 4,4 g/l medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo

ubicada en el sector de Géiseres). El valor promedio de concentración de sólidos totales disueltos medido para el área de estudio fue 3,3 g/l (Tabla 1).

En función de la NCh. 1.333, Of. 78, la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) presentó valores de conductividad específica menores a 750 µS/cm y una concentración de sólidos totales disueltos menor a 500 mg/l, por lo que el recurso en esta estación de muestreo puede ser clasificado como adecuado para riego, con el cual no se observarían efectos perjudiciales sobre cultivos (**Tabla 2**). Por el contrario, las estaciones de muestreo E2, E3, E4, E5 y E6, registraron valores de conductividad específica superiores a 7.000 µS/cm y valores de concentración de sólidos totales disueltos entre 3.500 y 4.400 mg/l, lo que indica que el recurso de estas estaciones de muestreo puede ser utilizado para el riego de plantas tolerantes a estos valores de conductividad en suelos permeables utilizando métodos de manejo cuidadosos (**Tabla 2**).

- **Alcalinidad total:** El valor promedio de alcalinidad total en el área de estudio fue 202,7 mg/l, el cual varió desde 49 mg/l medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 261 mg/l medido en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) (Tabla 1).

En relación a la NCh 1.333, Of. 78, las concentraciones de alcalinidad total son mayores que el valor establecido en la normativa (mayor o igual a 20 mg/l) y por lo tanto, el recurso presenta una condición favorable para el desarrollo de vida acuática en función de este parámetro (**Tabla 3**).

- **Color:** Durante la prospección no se observó color en el estero Puchuldiza y en vertientes laterales ni la presencia de colorantes artificiales que modificaran el color natural del recurso. Debido a lo anterior, los cursos de agua del área de estudio cumplen con los requisitos establecidos por la NCh 1.333, Of. 78 para aguas destinadas al desarrollo de vida acuática (**Tabla 3**).

- **Sólidos flotantes y espumas**: En los cursos de agua del área de estudio no se observó la presencia de sólidos flotantes y espumas que alteraran la condición natural del recurso, por lo que se cumple con las características establecidas en la NCh 1.333, Of. 78. Debido a lo anterior, la condición del recurso en el área de estudio se considera favorable para el desarrollo de vida acuática (Tabla 3).

- **Hidrocarburos:** De acuerdo a una apreciación visual, no se registró la presencia de hidrocarburos en los cursos de agua del área de estudio, cumpliendo de esta manera, con las características establecidas en NCh 1.333, Of. 78 para las aguas destinadas a la vida acuática (Tabla 3).

2 Parámetros Inorgánicos (cloruro, sulfato, cianuro y fluoruro)

- **Macroelementos (cloruro y sulfato)**: La concentración de los macroelementos cloruro y sulfato fue variable entre los sectores muestreados en el área de estudio. La concentración del ión cloruro varió entre 1,81 y 2.415 mg/l. El menor valor de concentración de cloruro fue medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y el valor máximo fue medido en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) (Tabla 1).

El área de estudio presentó una concentración promedio de sulfato de 92,7 mg/l, la cual fluctuó entre 9,9 mg/l medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y 187,9 mg/l medido en la estación E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) (**Tabla 1**).

En función de la NCh. 1.333, Of. 78, la concentración de iones cloruro en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) presentó un valor menor a 200 mg/l, lo que indica que el recurso en esta estación de muestreo puede ser clasificado como adecuado para riego (**Tabla 2**). En cambio, las estaciones de muestreo E2, E3, E4, E5 y E6, presentaron valores de concentración de cloruro superiores a 2.000 mg/l, valores que se encuentran sobre el límite indicado en esta norma técnica, lo cual demuestra que el recurso hídrico de estas estaciones no es apto para riego (**Tabla 2**).

La concentración de los iones sulfato medida en el área de estudio fue inferior al valor límite máximo establecido en la Norma Chilena Oficial 1.333, Of. 78, la cual establece que el agua utilizada para riego debe tener una concentración de sulfato menor a 250 mg/l (**Tabla 2**) y por lo tanto, el recurso en el área de estudio tiene aptitud para este uso.

- **Cianuro**: La concentración del ión cianuro registrada en todas las estaciones de muestreo fue menor a 0,05 mg/l, valor que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada en laboratorio (Tabla 1).

Los valores de concentración de cianuro medidos en el área durante el periodo de estudio fueron menores que el valor máximo establecido en la NCh 1.333 Of. 78 (0,20 mg/l), por lo que el recurso puede ser destinada a riego (**Tabla 2**).

- **Fluoruro**: El valor promedio de concentración de fluoruro en el área de estudio fue 0,2 mg/l, el cual varió desde <0,1 mg/l, valor que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica y el cual fue medido en las estaciones E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 0,3 mg/l, medido en las estaciones E5 y E6 (Tabla 1).

En relación a la NCh 1.333, Of. 78, la concentración de fluoruro es menor que el valor máximo establecido en la normativa (1,00 mg/l) y por lo tanto el recurso tiene aptitud para riego (**Tabla 2**).

3 Metales esenciales (cobalto, cobre, cromo, molibdeno, níquel, selenio, zinc, boro, hierro y manganeso)

El valor de concentración de los metales esenciales medidos en el área de estudio se presenta en la **Tabla 1**.

Durante el período de estudio, los iones cobalto, cobre, cromo, molibdeno, níquel, selenio y zinc registraron concentraciones menores al valor límite de cuantificación de la técnica analítica en todas las estaciones de muestreo (**Tabla 1**). Por el contrario, la concentración de los iones boro, hierro y manganeso mostró valores de cuantificación (**Tabla 1**). La concentración promedio de boro fue 34,8 mg/l, valor que varió entre un valor mínimo de 0,44 mg/l, registrado en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y un valor máximo de 45,30 mg/l medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres). La concentración promedio de hierro fue 0,04 mg/l, valor que varió desde <0,03 mg/l, medido en las estaciones E1, E2, E3, E4 y E6, valor que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica, hasta 0,07 mg/l, medido en la estación E5 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 2,7 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) (**Tabla 1)**.

La concentración promedio de manganeso fue 0,01 mg/l, valor que varió entre <0,01 mg/l medido en las estaciones E1, E5 y E6, y que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica y 0,03 mg/l medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) (**Tabla 1**).

El análisis con la normativa muestra que los valores de concentración de los iones cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, selenio y zinc medidos en el área durante el periodo de estudio fueron menores que

los límites máximos establecido en la NCh. 1.333 Of. 78 y por lo tanto el recurso hídrico del área de estudio tiene aptitud para riego en función de estos parámetros (**Tabla 2**). En cambio, los valores de concentración del ión boro medidos en las estaciones E2, E3, E4, E5 y E6 fueron significativamente mayores al límite máximo establecido en la NCh. 1.333 Of. 78 (0,75 mg/l). Sólo la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres), presentó valores de concentración de boro que se encuentran dentro de los límites establecidos en esta norma técnica (**Tabla 2**).

4 Metales no esenciales (aluminio, arsénico, bario, cadmio, litio, plomo, berilio, plata, vanadio y mercurio)

La concentración de los parámetros metales no esenciales medidos en el área de estudio se presenta en la **Tabla 1**.

La concentración promedio de aluminio entre las estaciones de muestreo fue 0,01 mg/l, valor que varió desde <0,01 mg/l, registrado en la estaciones E2, E3, E4, E5 y E6, y el cual corresponde al límite de cuantificación hasta 0,02 mg/l, medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) (**Tabla 1**). La concentración promedio del ión arsénico fue 7,3 mg/l, valor que fluctuó entre 0,008 mg/l, medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y 9,3 mg/l, registrado en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) (**Tabla 1**). La concentración promedio de bario fue 0,05 mg/l, la cual varió desde un valor menor a 0,01 mg/l (límite de cuantificación de la técnica analítica) el que fue medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 0,1 mg/l, medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres) (**Tabla 1**). La concentración promedio de cadmio fue 0,12 mg/l, valor que fluctuó entre <0,002 mg/l que fue medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta 0,160 mg/l, valor medido en la estación E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) (**Tabla 1**). La concentración promedio de litio en el área de estudio fue 7,79 mg/l, valor que varió desde 0,05 mg/l, medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 9,86 mg/l, medido en el sector medio del estero Puchuldiza (estación E4) (**Tabla 1**). El valor promedio concentración de plomo fue 0,045 mg/l, el cual fluctuó entre 0,008 mg/l, valor registrado en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres) y 0,061 mg/l, medido en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) (**Tabla 1**).

La concentración de los iones berilio, plata, vanadio y mercurio en todas las estaciones de muestreo fue menor al valor que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica utilizada en laboratorio (**Tabla 1**).

En relación a la Norma Chilena 1.333, Of. 78, la concentración de los iones aluminio, bario, berilio, mercurio, plata, plomo y vanadio fue menor a los límites máximos establecidos en esta norma técnica para aguas destinadas a riego (**Tabla 2**), lo cual indica que el recurso en el área de estudio tiene aptitud para riego. Por el contrario, los valores de concentración de los iones arsénico, cadmio y litio medidos en las estaciones E2, E3, E4, E5 y E6 son significativamente mayores a los límites máximos establecidos en la NCh. 1.333 Of. 78. Solamente en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres), los valores de concentración de estos parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos en esta norma técnica (**Tabla 2**).

5 Parámetros microbiológicos

- **Coliformes Fecales**: La concentración de Coliformes fecales registrada en todas las estaciones de muestreo fue menor a 2 NMP/100ml, valor que corresponde al límite de cuantificación de la técnica analítica (Tabla 1).

En relación a la NCh 1.333 Of. 78, los valores de coliformes fecales registrados en el área de estudio son menores al valor máximo establecido en la normativa (1.000 NMP/100ml), lo que indica una baja intervención antrópica y que el recurso hídrico en los cursos de agua del área de estudio es apto para riego por este parámetro (**Tabla 2**).

6 Metales en sedimento

El valor de concentración de metales medidos en el sedimento del área de estudio se presenta en la **Tabla 4**.

- **Cadmio**: El valor promedio de la concentración de cadmio en el sedimento del área de estudio fue 16,1 mg/kg (Tabla 4). El menor valor de concentración de este metal fue encontrado en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres), la cual presentó un valor menor a 0,002 mg/kg, valor que corresponde al límite de detección de la técnica analítica (Tabla 4). Por el contrario, el mayor valor de concentración fue 63,5 mg/kg y lo presentó la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

- **Cobre**: El valor promedio de concentración del metal cobre en el sedimento del área de estudio fue 12,2 mg/kg, valor que varió entre 6,08 y 25,80 mg/kg (Tabla 4). El valor menor de concentración fue medido en la estación E4 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 1,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres), en cambio, el mayor valor fue medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

- **Plomo**: La concentración promedio de plomo en sedimento fue 4,1 mg/kg (Tabla 4), valor que fluctuó entre 3,55 mg/kg, medido en la estación E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y 4,94 mg/kg, medido en la estación E2 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada en el sector de Géiseres).

- **Zinc**: La concentración promedio de zinc entre las estaciones de muestreo fue 38,5 mg/kg (Tabla 4), valor que varió desde un mínimo de 28,3 mg/kg, medido en la estación E3 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas abajo del sector de Géiseres) hasta un valor máximo de 58,1 mg/kg medido en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres).

- **Hierro**: El área de estudio presentó altas concentraciones de hierro en sedimento. Entre las estaciones de muestreo se obtuvo una concentración promedio de 22.772 mg/kg (Tabla 4), la cual fluctuó entre un mínimo 17.385 mg/kg, valor medido en la estación E6 (estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada 4,8 Kms aguas abajo del sector de Géiseres) y un valor máximo de 41.062 mg/kg, registrado en la estación E1 (vertiente afluente al estero Puchuldiza, estación de muestreo ubicada aguas arriba del sector de Géiseres).

Tabla 4. Metales en sedimento del estero Puchuldiza y vertientes afluentes al estero Puchuldiza. Estudio de biota acuática y calidad de agua. Diciembre de 2009.

Parámetro	Unidad	Estaciones de muestreo					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
Cadmio	mg/kg	<0,002	63,50	4,58	11,75	7,58	9,02
Cobre	mg/kg	10,10	25,80	11,80	6,08	11,90	7,60
Plomo	mg/kg	3,99	4,94	4,15	4,24	3,82	3,55
Zinc	mg/kg	58,10	47,60	28,30	36,50	30,10	30,40
Hierro	mg/kg	41.062	19.175	17.474	21.869	19.665	17.385

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO CAPITULO 5.4.3-B
LINEA BASE: LIMNOLOGÍA
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

PERMISO DE PESCA

SUBSECRETARIA DE PESCA
PINV 464-2009 Ginger Martínez

MODIFICA RESOLUCIÓN QUE INDICA.

VALPARAISO, 22 ENE 2010

R. EX.: Nº 431

VISTO: Lo solicitado por Ginger del Carmen Martínez Zaror; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico Nº 464/2009, de fecha 3 de diciembre de 2009; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Caracterización de fauna íctica en las cuencas de los Ríos Maipo (RM) Y Rapel (VI Región)"***, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5, de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley Nº 19.880; los D.S. Nº 320 de 1981 y N° 461 de 1995, y el Decreto Exento N° 303 de 2006, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Resoluciones N° 1721, Nº 3549 y N° 3780, todas de 2009, de esta Subsecretaría.

R E S U E L V O:

1.- Modifícase la Resolución N° 1721 de 2009, modificada por Resoluciones Nº 3549 y N° 3780, ambas de 2009, de esta Subsecretaría, que autorizó a Ginger del Carmen Martínez Zaror, R.U.T. Nº 9.786.879-4, con domicilio en Etchevers N° 158, Edificio Enterría, oficina N° 408, Viña del Mar, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Caracterización de fauna íctica en las cuencas de los Ríos Maipo (RM) Y Rapel (VI Región)"***, en el sentido de agregar en el numeral 3.-, dentro de los cursos de agua en que se desarrollara la pesca de investigación, el estero Puchuldiza ubicado en la I Región de Tarapacá.

2.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

3.- Transcríbase copia de esta Resolución, del Memorándum Técnico (P.INV.) N° 464 de 2009, citado en Visto, al Servicio Nacional de Pesca y la peticionaria.

ANOTESE, NOTIFIQUESE Y ARCHÍVESE.

(Firmado) JORGE CHOCAIR SANTIBAÑEZ, SUBSECRETARIO DE PESCA
Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.,

MINISTERIO DE ECONOMIA-SUBSECRETARIA DE PESCA
JEFE DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

JOSE SALOMON SILVA
Jefe Departamento Administrativo

CSB/C

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

MEMORANDUM TÉCNICO (P.INV.) N°464/09

A : JEFE DIVISIÓN JURÍDICA

DE : JEFE DIVISIÓN ADMINISTRACIÓN PESQUERA (S)

REF. : SOLICITA MODIFICAR RESOL N° 1721 del 2009 "CARACTERIZACIÓN DE FAUNA ÍCTICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MAIPO (RM) Y RAPEL (VI) REGION, CONFORME A LOS ANTECEDENTES AGREGADOS POR INGRESO C.I. SUBPESCA N° 14003 DE NOVIEMBRE DEL 2009.

FECHA: 03 DE DICIEMBRE 2009

Por este intermedio, me permito solicitar a Ud., modificar, la Resolución N° 1721 del 2009, que autorizo, a la Srta. Ginger Martinez Zaror, para realizar una Pesca de Investigación cuyo objeto es "CARACTERIZACIÓN DE FAUNA ÍCTICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MAIPO (RM) Y RAPEL (VI REGIÓN). Lo anterior en atención a lo solicitado por la Srta. Ginger Martinez Zaror, que a través del ingreso SUBPESCA Nº 14003 del 13 Noviembre de 2009, solicita incorporar un nuevo estudio en la VI Región Libertador Bernardo O'Higgins.

Visto lo presentado en la solicitud, se recomienda modificar la Resol. N° 1721/2009, vigente hasta el 15 de mayo del 2010, en el sentido de incorporar un estudio de Línea base de caracterización de la fauna acuática en el Rio Tinguiririca en la VI Región Libertador Bernardo O'Higgins, y la cuencas hidrográficas.

Además agregar el estero Puchuldiza en la I Región de Tarapacá junto a las especies:

Corvinilla o Karachi (*Orestias chungarensis*)
Corvinilla o Karachi (*Orestias laucaensis*)
Corvinilla o Karachi (*Orestias laucaensis*)
Corvinilla o Karachi (*Orestias parinacotensis*)
Bagrecito del Chungara (*Trichomycterus chungarensis*)
Bagrecito del Lauca (*Trichomycterus laucaensis)*
Bagrecito (*Trichomycterus rivolatus)*

fueron incorporados en Resol N.º 3549-09

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Tal modificación se fundamenta en la elaboración de una resolución genérica por solicitante, cuando estas incluyan idénticos objetivos y metodologías de estudio.

MINISTERIO DE ECONOMÍA - SUBSECRETARÍA DE PESCA
JEFE DIVISION ADMINISTRACION PESQUERA

Atentamente,

FRANCISCO PONCE MARTINEZ
Jefe División Administración Pesquera

FPM/MGA/GSM/mga

vIDENTIFICACION

Muestra	:	Agua Cruda
Orden de trabajo	:	3850
Análisis Solicitado	:	NCh 1333
Fecha y Hora de Muestreo	:	19-12-2009
Solicitado por	:	**PVW Consultores Ltda.**
		Atención Srta. Karen Avendaño

RESULTADOS

Muestra Nº	**12816**	**12817**	**12818**	**Fecha de Análisis**	**Método de Análisis**
Identificación	**N-3**	**N-2**	**N-1**		
Hora de Muestreo	**13:27**	**15:34**	**16:48**		
Aluminio (mg/L)	<0,01	<0,01	0,02	07-01-10	SM 3120 B
Arsénico (mg/L)	8,09	9,32	0,008	07-01-10	SM 3120 B
Bario (mg/L)	0,06	0,10	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Berilio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Boro (mg/L)	39,8	45,3	0,44	07-01-10	SM 3120 B
Cadmio (mg/L)	0,125	0,144	<0,002	07-01-10	SM 3120 B
Cianuro (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	31-12-09	2313-14
Cloruro (mg/L)	2415,3	2236,5	1,81*	24-12-09 *19-01-10	10304-1 *ME-28-2007-SISS
Cobalto (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Cobre (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Cromo (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Fluoruro (mg/L)	0,2	<0,1	<0,1	29-12-09	ME-06-2007-SISS
Hierro (mg/L)	<0,03	<0,03	<0,03	07-01-10	SM 3120 B
Litio (mg/L)	8,86	9,81	0,05	07-01-10	SM 3120 B
Manganeso (mg/L)	0,01	0,03	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Mercurio (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	04-01-10	ME -15- 2007-SISS
Molibdeno (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Níquel (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Plata (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	31-12-09	SM 3111 B
Plomo (mg/L)	0,061	0,051	0,008	07-01-10	SM 3120 B
Sodio (mg/L)	1728	1528	8.32	12-01-10	SM 3120 B
Calcio (mg/L)	135	78,4	8,52	12-01-10	SM 3120 B
Potasio (mg/L)	313	298	10.2	12-01-10	SM 3120 B
Magnesio (mg/L)	4,14	10,6	2,30	12-01-10	SM 3120 B
Bicarbonato (mg/L)	318,4	297,6	59,7	23-12-09	SM 2320 B
Selenio (mg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	07-01-10	SM 3120 B
Sodio Porcentual (%)	83,3	84,3	29,2	12-01-10	CALCULO
Sulfatos (mg/L)	84,4	100,8	*9,9	24-12-09 *19-01-10	10304-1 *ME-30-2007-SISS
Vanadio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Zinc (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
RAS	39,9	42,9	0,65	12-01-10	CALCULO
Coliformes fecales (NMP/100ml)	<2	<2	<2	23-12-09	2313/23
Oxigeno Disuelto (mg/L)	8,35	8,12	7,7	23-12-09	IODOMETRICO
Alcalinidad Total (mg/L)	261	244	49	23-12-09	SM 2320-B

vIDENTIFICACION

Muestra	:	Agua Cruda
Orden de trabajo	:	3850
Análisis Solicitado	:	NCh 1333
Fecha y Hora de Muestreo	:	19-12-2009
Solicitado por	:	**PVW Consultores Ltda.**
		Atención Srta. Karen Avendaño

RESULTADOS

Muestra N°	12813	12814	12815	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación	N-6	N-5	N-4		
Hora de Muestreo	09:45	10:52	12:01		
Aluminio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Arsénico (mg/L)	8,77	8,16	9,20	07-01-10	SM 3120 B
Bario (mg/L)	0,05	0,04	0,05	07-01-10	SM 3120 B
Berilio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Boro (mg/L)	39,3	39,1	44,9	07-01-10	SM 3120 B
Cadmio (mg/L)	0,160	0,134	0,144	07-01-10	SM 3120 B
Cianuro (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	31-12-09	2313/14
Cloruro (mg/L)	2396,1	2296,4	2343,9	24-12-09	10304-1
Cobalto (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Cobre (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Cromo (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Fluoruro (mg/L)	0,3	0,3	0,2	29-12-09	ME-06-2007-SISS
Hierro (mg/L)	<0,03	0,07	<0,03	07-01-10	SM 3120 B
Litio (mg/L)	9,35	8,78	9,86	07-01-10	SM 3120 B
Manganeso (mg/L)	<0,01	<0,01	0.01	07-01-10	SM 3120 B
Mercurio (mg/L)	<0,001	<0,001	<0,001	04-01-10	ME-15-2007-SISS
Molibdeno (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Niquel (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Plata (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	31-12-09	SM 3111 B
Plomo (mg/L)	0,051	0,047	0,050	07-01-10	SM 3120 B
Selenio (mg/L)	<0,004	<0,004	<0,004	07-01-10	SM 3120 B
Sodio (mg/L)	1554	1704	1640	12-01-10	SM 3120 B
Calcio (mg/L)	74	33.1	62.2	12-01-10	SM 3120 B
Potasio (mg/L)	280	21,3	29,7	12-01-10	SM 3120 B
Magnesio (mg/L)	2,99	5,72	3,60	12-01-10	SM 3120 B
Bicarbonato (mg/L)	267,2	272,1	268,4	23-12-09	SM 2320 B
Sodio Porcentual (%)	85,8	96,5	86,3	12-01-10	CALCULO
Sulfatos (mg/L)	187,9	88,0	85,3	24-12-09	10304-1
Vanadio (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
Zinc (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	07-01-10	SM 3120 B
RAS	48,1	71,9	54,6	12-01-10	CALCULO
Coliformes fecales (NMP	<2	<2	<2	23-12-09	2313/23
Oxigeno Disuelto (mg/L)	8,01	8,22	8,24	23-12-09	IODOMETRICO
Alcalinidad Total (mg/L)	219	223	220	23-12-09	SM 2320-B

IDENTIFICACION

Muestra	:	Sedimentos
Orden de trabajo	:	3850
Análisis Solicitado	:	NCh 1333
Fecha y Hora de Muestreo	:	19-12-2009
Fecha de Recepción	:	23-12-2009
Solicitado por	:	**PVW Consultores Ltda.** Atención Srta. Karen Avendaño

RESULTADOS

Muestra N°	**12822**	**12823**	**12824**	**Fecha de Análisis**	**Método de Análisis**
Identificación	**N-3**	**N-2**	**N-1**		
Cobre (mg/kg)	11,8	25,8	10,1	14-01-10	TMECC 04.14
Plomo (mg/kg)	4.147	4.940	3,994	14-01-10	TMECC 04.14
Cadmio (mg/kg)	4,584	63,5	<0,002	14-01-10	TMECC 04.14
Zinc (mg/kg)	28,3	47,6	58,1	14-01-10	TMECC 04.14
Hierro (mg/kg)	17.474	19.175	41.062	14-01-10	TMECC 04.14

Muestra N°	**12819**	**12820**	**12821**	**Fecha de Análisis**	**Método de Análisis**
Identificación	**N-6**	**N-5**	**N-4**		
Cobre (mg/kg)	7,60	11,9	6,08	14-01-10	TMECC 04.14
Plomo (mg/kg)	3,551	3,821	4,236	14-01-10	TMECC 04.14
Cadmio (mg/kg)	9,023	7,582	11,75	14-01-10	TMECC 04.14
Zinc (mg/kg)	30,4	30,1	36,5	14-01-10	TMECC 04.14
Hierro (mg/kg)	17.385	19.665	21.869	14-01-10	TMECC 04.14

ANEXO CAPITULO 5.5.11 -A
LINEA BASE: PATRIMONIO CULTURAL
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

INFORME ARQUEOLOGÍA

ANEXO 5.5.11 - A ARQUEOLOGIA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA

A continuación se entregan los antecedentes respecto a la localización y características de cada sitio arqueológico identificado y una selección de ilustraciones de cada uno de ellos.

1 LOCALIZACIÓN

Tabla Nº 1 Localización de sitios arqueológicos

N°	COORDENADAS UTM WGS84 HUSO 19		ALTURA m.s.n.m
	ESTE	NORTE	
1	502.028	7854.687	4200
2	500.481	7855.624	4110
3	500.841	7854.325	4180
4	501.044	7854.325	4200
5	501.041	7853.348	4200
6	503.966	7851.633	4300
7	503.811	7852.290	4235
8	501.748	7854.645	4120
9	502.150	7855.727	4160
10	501.810	7855.352	4135
11	501.822	7855.268	4130
12	501.323	7855.198	4107
13	501.463	7855.052	4114
14	501.171	7854.874	4115
15	501.594	7854.481	4142
16	501.503	7854.616	4126
17	502.603	7853.450	4156
18	501.832	7853.016	4264
19	502.935	7853.000	4171
20	502.580	7852.806	4186
21	502.565	7851.833	4236
22	502.804	7852.118	4216
23	504.411	7852.447	4237
24	504.566	7852.958	4210
25	504.152	7852.922	4204
26	505.304	7854.408	4229
27	505.365	7855.581	4239
28	505.065	7855.148	4229

Fuente: Elaboración propia

2 CARACTERIZACIÓN

Tabla Nº 2 Caracterización de sitios arqueológicos

N°	TIPO	LOCALIZACIÓN	MATERIAL LITICO	MATERIAL CERÁMICO	ADSCRIPCIÓN CULTURAL CRONOLOGÍA
1	Campamento Abierto	Terraza	Lascas Sílice Blanco y Rosa; Raedera (Densidad Baja)	-	Arcaico
2	Campamento Abierto	Ladera	Lascas Silíceas, Obsidiana; Punta de Proyectil fracturada, pedunculada pequeña; Preforma bifacial (Densidad Media)	Cerámica Histórica, Esmaltada Verde; Café Rasmillada ext/int, pasta colada. Asociada a restos de pequeña estancia (Densidad Baja)	Arcaico e Histórico Subactual
3	Avistadero	Afloramientos Rocosos Altos	Lascas y Laminas de Sílice Morado (Densidad Baja)	-	Arcaico
4	Cantera - Taller	Cima de Colina, con Afloramiento Basáltico	Lascas Grandes de Basalto (Densidad Baja)	-	Arcaico
5	Campamento Aleros	Entorno a Grandes Afloramientos Rocosos	Lascas pequeñas silíceas, blancas, rojas y moradas (Densidad Baja)	-	Arcaico
6	Campamento Abierto y Aleros	Entorno a Quebrada Protegida y con recurso hídrico	Lascas Silíceas, blancas rojas, verdes; Basálticas; Puntas de proyectil: Pedunculadas; Escotadas Grandes; Triangulares Isósceles con base cóncava; Lanceoladas (Densidad Media)	Cerámica Histórica, Café Rasmillada ext/int, pasta colada, y bordes evertidos gruesos. Asociada a restos de pequeña estancia (Densidad Baja)	Arcaico e Histórico Subactual
7	Campamento Abierto	Borde de Laguna Seca	Lascas Sílice Blanco y Basalto (Densidad Baja)	1 Fragmento Cerámica Roja int/ext, decorada líneas negras ext, pasta colada (Chilpe?)	Arcaico y Períodos Intermedio Tardío y Tardio (Densidad Baja)
8	Campamento Abierto	Terraza	Lascas de Sílice Blanco; Fragmentos de Núcleo; Lascas con retoque bifacial (Densidad Baja)	-	Arcaico
9	Hallazgo Aislado	Farellón Rocoso	Lascas Sílice y basalto (Densidad Muy Baja)	-	Arcaico
10	Avistadero	Afloramiento Rocoso	Lascas Sílice, café y blanco y basalto (Densidad Muy Baja)	-	Arcaico
11	Avistadero	Afloramiento Rocoso	Lascas Basalto grandes y pequeñas y Núcleos (Densidad Muy Baja)	-	Arcaico
12	Locus de Talla Dispersos	Terraza	Lascas Sílice, Blancas y Rojas, algunas con huellas de uso (Densidad Muy Baja)	-	Arcaico
13	Locus de Talla Dispersos	Terraza	Lascas Sílice, Blancas y Rojas; Basalto (Densidad Muy Baja)	1 Fragmento de cerámica rojiza de pasta colada	Arcaico
14	Campamento y Avistadero	Terraza y falda de colina (Corresponde a la localización de la Estancia de Lupe)	Lascas de Sílice grises, blancas, moradas, Lascas y núcleos de Basalto. Una Raedera en Sílice. Se registra también una Conana en Uso (Densidad Baja)	- Café Alisada ext/int Rasmillada de pasta colada - Salmon Gruesa Alisada ext/int, de pasta colada - Bordes Evertidos decorados, con líneas verdes y negras sobre amarillo o café claro interior	Arcaico; Periodo Intermedio Tardío; Tardío; Histórico Subactual; Actual

N°	TIPO	LOCALIZACIÓN	MATERIAL LITICO	MATERIAL CERÁMICO	ADSCRIPCIÓN CULTURAL CRONOLOGÍA
				- Enlozado Café	
15	Avistadero	Entorno a Bloques Rocosos	Lascas silíceas blancas, rojas y basalto; Cuchillo Bifacial (Densidad Baja)	-	Arcaico
16	Campamento	Cima de Lomaje	Lascas silíceas blancas, rojas, transparentes y basalto; Cuchillo Unifacial (Densidad Baja)	Café Alisada ext/Int delgada (0.4 mm)	Arcaico Alfarero Indeterminado
17	Campamento	Terraza	Lascas Silíceas blancas; Punta de Proyectil Pedunculada retomada; Punta de Proyectil Pedunculada (Densidad Media)	-	Arcaico
18	Campamento en Alero y Dos Cuevas Pequeñas	Farellón Rocoso en cumbre de Cerro	Lascas Silíceas blancas, rojas, azules, roza, morados; Punta de Proyectil Pedunculada Pequeña (1.5 cm); Punta Pedunculada en Basalto; Punta Triangular Fracturada; Preforma Bifacial (Densidad Media)	Café Alisada ext/int de paredes delgadas (0.3 mm)	Arcaico Alfarero Indeterminado
19	Campamento con Estructura Subcircular Central (2 x 2 m)	Lomaje con Bloques Rocosos Pequeños	Lascas Silíceas blancas, crema; Lascas Obsidiana; Lascas espesas de Basalto; Núcleos Basalto (Densidad Baja)	- Negro sobre rojo exterior, con volutas de motivo decorativo y pasta colada y rasmillado interior - Engobado Rojo sobre Salmon, con líneas negras. Podría corresponder a cerámica Chilpe	Arcaico; Período Intermedio Tardío; Tardío
20	Campamento en Alero de Bloque Rocoso	Terraza	Lascas de basalto y silíceas moradas y grises; Un Raspador de Dorso Alto (Densidad Baja)	- Roja Pulida ext/int, pasta colada - Rojo Alisado ext/int	Arcaico Período Intermedio Tardío; Tardío
21	Campamento	Ladera	Lascas Silíceas blancas y basalto (Densidad Baja)	Salmon Alisada ext/int	Arcaico Período Alfarero Indeterminado
22	Campamento	Terraza	Lascas Silíceas Blancas y Rosadas; Puntas de Proyectil Pedunculadas; Punta de proyectil Triangular de Base Recta; Puntas de Proyectil fracturadas; Preformas Lanceoladas; Cuchillos Bifaciales (Densidad Media)	Rojo Engobado exterior, espatulado interior, pasta no colada	Arcaico Período Alfarero Indeterminado
23	Campamento	Entorno a Quebrada	Lascas Silíceas, blancas, cafés, crema; Punta de Proyectil Pedunculada; Punta de Proyectil Escotada Denticulada; Preformas Lanceoladas; Cuchillo de Obsidiana.(Densidad Media)	Rojo Pulido rasmillado vertical exterior, Alisado Interior	Arcaico Período Alfarero Indeterminado
24	Campamento	Rinconada	Lascas Silíceas blancas y basalto gruesas; Preforma Punta de proyectil Amigdaloide (Densidad Baja)	Rojo Pulido exterior, decorado con línea negra, alisado interior	Arcaico Período Alfarero Indeterminado
25	Campamento	Ladera	Lascas Silíceas blancas, café, ante; Varios Raspadores; Punta de proyectil Pedunculada; Punta de Proyectil Triangular de base escotada; Preformas Lanceoladas (Densidad Media)	Rojo Rasmillado exterior, Pulido interior, pasta no colada	Arcaico Período Alfarero Indeterminado
26	Campamento	Loma	Lascas Silíceas blancas, grises,	-	Arcaico

N°	TIPO	LOCALIZACIÓN	MATERIAL LITICO	MATERIAL CERÁMICO	ADSCRIPCIÓN CULTURAL CRONOLOGÍA
			moradas y basalto; Preformas bifaciales (Densidad Media)		
27	Campamento	Loma	Lascas Silíceas y basalto; Varios Raspadores de Dorso Alto; Punta de Proyectil Pedunculada Fracturada; Puntas de Proyectil Triangulares Fracturadas,	-	Arcaico
28	Campamento	Ladera y Terraza (Corresponde a la localización de la Estancia de Puchuldiza)	Lascas Silíceas blancas, moradas, amarillas; Lascas y Núcleos de Basalto; Lascas Obsidiana; Preformas de Punta de Proyectil	- Café Alisada ext/int de paredes delgadas sin pasta colada - Salmon Gruesa Alisada ext/int, de pasta colada - Bordes Evertidos decorados, con líneas verdes y negras sobre amarillo o café claro interior - Pakaje, rojo pulido ext/int, con llamita en negro en el exterior	Arcaico, Período Intermedio Tardío Tardío

Fuente: Elaboración propia

.

3 FOTOGRAFÍAS

Sitio 1





Sitio 2





Sitio 3





Sitio 4





Sitio 5





Sitio 6





Sitio 7





Sitio 8





Sitio 9





Sitio 10





Sitio 11





Sitio 12





Sitio 13





Sitio 14





Sitio 15





Sitio 16





Sitio 17





Sitio 18





Sitio 19





Sitio 20





Sitio 21





Sitio 22



Sitio 23



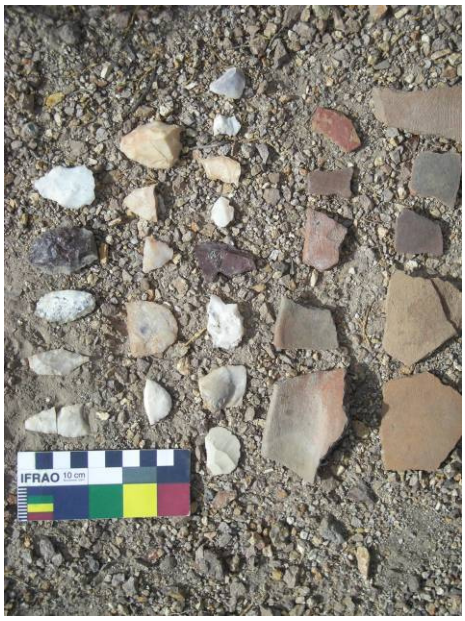


Sitio 24

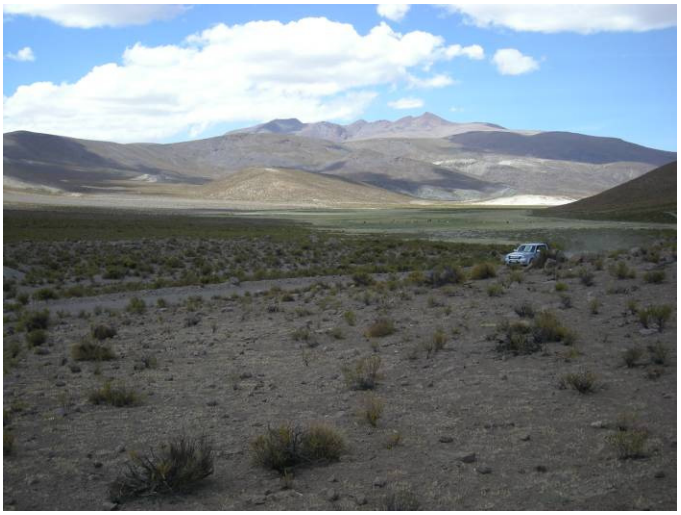


Sitio 25





Sitio 26





Sitio 27





Sitio 28





ANEXO CAPITULO 5.5.12 –A
LINEA BASE: PATRIMONIO CULTURAL
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

FICHAS DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS

Nombre	Parque Nacional Volcán Isluga		
Categoría	Sitios Naturales		
Tipo	Parque Nacional		
Subtipo	Parque Nacional		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2. Ruta A-55		Tierra	Regular
3.			

Descripción:

Este parque es parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) que administra CONAF. Posee un área de 174.744 hectáreas en estado original en el altiplano, a una distancia de 5 horas de viaje de Huara y a 246 Km. al N.E. de Iquique, con una altitud promedio de 4.000 m.s.n.m. En este Parque existe una gran multiplicidad de sitios arqueológicos e históricos que representa un segmento importante de la historia y patrimonio cultural de Chile y América. Entre los atractivos naturales más importantes se cuentan: el Volcan Isluga y el lago Aravilla, mientras que entre los atractivos culturales están: el pueblo de Enquelga, Muaque y el Pueblo de Isluga, este último pueblo ha sido desde tiempos inmemorables uno de los milagros de la región. Una de las minorías étnicas más importantes de Chile la aymará habita dentro del parque.

Actividades de realizar: senderismo, trekking, mountain bike, rutas todo terreno 4x4, turismo ornitológico, fotografía, camping y montañismo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Iglesia de Isluga		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2. Ruta A-55		Tierra	Regular
3.			

Descripción:

La iglesia de Isluga se encuentra en el pueblo que lleva el mismo nombre, fue constituida en el siglo XVII para evangelizar y albergar a los feligreses católicos de la zona.

La iglesia fue declarada como Monumento Histórico en el año 1975 por el Consejo de Monumentos Nacionales.

En este poblado también durante el año, se realiza la fiesta de Santo Patrono que es una celebración de Santo Tomas (21 diciembre), patrono del pueblo, esta celebración tiene una duración de tres a cuatro días y a ellas asisten el grueso de la comunidad de la zona de Isluga.

En la actualidad esta iglesia se encuentra cerrada y solo se puede visitar y fotografiar por fuera.

Actividades a realizar: se puede recorrer y fotografiar el pueblo y si tiene algo de suerte contactar algún lugareño que podrá contarle algunos detalles de la festividad religiosa que se realiza en el pueblo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Pueblo de Enquelga		
Categoría	Folklore		
Tipo	Arquitectura Popular Espontanea		
Subtipo	Pueblo		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2. Ruta a-385	Tierra	Regular	
3.			

Descripción:
Se encuentra a continuación del pueblo de Isluga a unos 10 km aproximadamente dentro del Parque Nacional Isluga. Se ubica a una altitud promedio de 4.000 m.s.n.m.

Se puede acceder a través del camino principal que corre al interior del Parque (A-385), el camino es de tierra y se encuentra en buen estado.

Es un poblado típico aymara posee una iglesia la escuela rural, además existen unas termas en las cercanías del pueblo.

Aquí está la guardería Conaf y el centro administrativo del Parque Nacional Volcán Isluga.

Las actividades que se pueden realizar son: recorridos por el pueblo, fotografía, visitas a los bofedales.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Termas de Enquelga		
Categoría	Sitios Naturales		
Tipo	Termas		
Subtipo	Terma		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2. Ruta a-385		Tierra	Regular
3.			

Descripción:

Se ubica a 1 km antes del pueblo de Enquelga en dirección a la localidad de Caraguano (existe un camino señalizado) y desde Iquique hay una distancia de 278 km. Se encuentra a una altitud promedio de 4.000 m.s.n.m.

Se puede acceder por el camino que conduce al Parque Nacional Volcán Isluga, ya que las termas se encuentran en su interior. El camino es de tierra y en un estado regular.

Las Termas de Aguas Calientes o de Enquelga datan de tiempos prehispánicos y aún en la actualidad es uno de los sitios turísticos mas visitados al interior del Parque, además cuenta con mesas y parrillas donde se puede almorzar.

Las principales actividades a realizar en el lugar son: baños termales y actividades de contemplación como observación de flora y fauna.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Web Panoramio.

Nombre	Laguna Aravilla
Categoría	Sitios Naturales
Tipo	Lago, lagunas y esteros
Subtipo	Laguna.

Ubicación

Región:	Región de Tarapacá
Provincia:	Provincia del Tamarugal
Comuna:	Colchane

Accesibilidad

Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno
2. Ruta a-385	Tierra	Regular
3.		

Descripción:

Se ubica dentro del Parque Nacional Volcán Isluga, cercano al poblado de Aravilla a una altitud promedio de 4.200 m.s.n.m.

Se puede acceder a través del camino principal existente al interior del parque que se dirige hacia Puchuldiza el camino es de tierra y esta en un estado regular.

La laguna se forma debido a la acumulación de las aguas lluvias y se ha constituido en el hábitat perfecto para numerosas aves tanto de la zona, como de otras especies migratorias que hacen escala en la laguna. Entre las aves que existen en la zona encontramos las siguientes: flamencos, guallatas, patos silvestres, taguas, picaflores, loicas, gaviotas del altiplano y águilas. Además es posible encontrar rebaños de llamos y alpacas pastando alrededor de la laguna.

Las principales actividades a realizar en el atractivo son: observación de la naturaleza, fotografía y turismo ornitológico.

Uso turístico

Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Pueblo de Mauque		
Categoría	Folcklore		
Tipo	Arquitectura Popular espontanea		
Subtipo	Pueblo		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2. Ruta a-385	Tierra	Regular	
3.			

Descripción:
Se encuentra en las cercanías de Puchuldiza a una altitud promedio de 4.000 m.s.n.m.

Se puede acceder desde Iquique por la ruta A-55 y luego tomar el desvío hacia Puchuldiza (este se encuentra antes de llagar Quebe). El camino principal está pavimentado y en buen estado, mientras que el secundario es de tierra y su estado es regular.

Es un pequeño poblado con una iglesia (monumento histórico) y algunas construcciones típicas del altiplano. Destaca también la belleza del paisaje, el verdor de los bofedales y un gran risco que se encuentra en un cerro frente al pueblo.

Las principales actividades a realizar en el atractivo son la observación de la naturaleza, fotografía y montañismo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Geysers de Puchuldiza
Categoría	Sitios Naturaleza
Tipo	Geysers
Subtipo	Geysers

Ubicación

Región:	Región de Tarapacá
Provincia:	Provincia del Tamarugal
Comuna:	Colchane

Accesibilidad

Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno
2. Ruta a-385	Tierra	Regular
3.		

Descripción:

Este atractivo se encuentra a 232 km al interior de Iquique a una altitud promedio de 4.100 m.s.n.m. Se puede acceder por la ruta A-55 y antes de llegar al pueblo de Quebe se toma la desviación hacia Puchuldiza (A-489). Esta es una fuente geotérmica, cuyos chorros de agua alcanzan alturas de hasta 20 metros, estos a su vez poseen la capacidad de descomponer la luz solar. Algunos géiser son inestables y a veces no hay salida de agua. También es posible encontrar pequeñas lagunas que se forman con las aguas termales, las que alcanzan temperaturas de hasta 40ºc. Además en el lugar encontramos temperaturas muy bajas durante todo el año, por lo que es conveniente llevar ropa gruesa.

Uno de los fenómenos que ocurren en el lugar es la formación enormes témpanos en la altura de Los Andes lo que ocurre debido a la diferencia de temperaturas entre atmósfera y agua. También existe una leyenda en el lugar, durante los años setenta llego una empresa hacer estudios geotérmicos y durante su estadía el capataz vio al “hombre del tridente” y fue tal el impacto que causo en este que el capataz enloqueció y los trabajos quedaron abandonados. Las principales actividades a realizar en lugar son: observación de la naturaleza, fotografía, recorrido por los geisers (es recomendable visitar el lugar en la madrugada ya que a esta hora alcanzan su mayor altura).

Uso turístico

Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Pueblo de Quebe
Categoría	Folcklore
Tipo	Arquitectura Popular espontanea
Subtipo	Pueblo
Ubicación	
Región:	Región de Tarapacá
Provincia:	Provincia del Tamarugal
Comuna:	Colchane

Accesibilidad		
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno
2.		
3.		

Descripción:

Es el primer pueblo que se encuentra al acceder a la comuna de Colchane se encuentra a una altitud promedio de 3.200 m.s.n.m.

Se puede acceder por la ruta internacional, además este pueblo se encuentra a la orilla del camino y pasado el desvío que se dirige a Puchuldiza.

Es un pequeño poblado que en la actualidad posee muy pocos habitantes y construcciones mantienen el diseño típico del altiplano, además uno de los atractivos principales son las peñas que se encuentran a un lado del camino, estas presentan una particular muralla geológica erosionada por el viento y los cambios climáticos las que tomaron diferentes formas.

Algunos lugareños la llaman el valle de la felicidad, el lugar fácilmente puede ser comparado con un valle lunar o con alguno de los cañones del oeste americano.

Las actividades a realizar visitas al pueblo de Quebe, actividades de observación, montañismo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Web Panoramio.

Nombre	Pueblo Central Citani		
Categoría	Folcklore		
Tipo	Arquitectura Popular espontanea		
Subtipo	Pueblo		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:
Este poblado se encuentra a un costado de la ruta internacional a solo 2 kilómetros de Colchane a una altitud promedio de 3800 m.s.n.m.

Es un poblado típico, además acá existen las llamadas Chulpas de Citani, que son antiguos entierros de un pueblo antecesor al aymara llamado, “los gentiles”. La leyenda dice que fueron los primeros habitantes de la tierra.

Las principales actividades a realizar en el atractivo son el recorrido por el pueblo, actividades contemplativas y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Google Earth.

Nombre	Iglesia de Cotasaya		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:

La iglesia de Cotasaya se ubica en el poblado del mismo nombre a solo 2 kilómetros al sur-oeste de Colchane y esta a una altitud promedio de 3.900 m.s.n.m.

Se puede acceder al lugar por la ruta internacional y tomar el camino que sale de la municipalidad de Colchane.

La iglesia fue declarada monumento histórico en el año 2006 por el consejo de monumentos nacionales.

Las principales actividades a realizar en el atractivo son principalmente actividades de contemplación y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Universidad Arturo Pratt.

Nombre	Iglesia de Achauta		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:

La iglesia de Achauta se encuentra en las ruinas del pueblo del mismo nombre a no más de 5 km al oeste de Colchane.

La iglesia fue construida durante la década del 30 y fue declarada Monumento histórico en Enero del 2006, en la actualidad tanto la iglesia como el caserío se encuentran abandonados y sus habitantes se desplazaron hacia los pueblos vecinos.

Las actividades a realizar en el atractivo son principalmente de tipo contemplativo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Universidad Arturo Pratt

Nombre	Pueblo de Cariquima
Categoría	Folcklore
Tipo	Arquitectura Popular espontanea
Subtipo	Pueblo
Ubicación	
Región:	Región de Tarapacá
Provincia:	Provincia del Tamarugal
Comuna:	Colchane

Accesibilidad

Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno
2.		
3.		

Descripción:

Se ubica en a parte sur de la región y es el segundo pueblo en términos políticos mas importante de la comuna, se encuentra cercano al cerro wuanapa, que es muy importante en la región a una altitud promedio de 4000 m.s.n.m.

Se puede llegar por la ruta A – 557 que es de tierra y esta en estado bueno.

Se distingue por tener un trazado de Damero de influencia española y una iglesia (monumento histórico) alrededor de la plaza, esta cuenta con: un reloj de piedra, centro de artesanía, posta, entre otras. Alrededor de la plaza las calles están cubiertas por piedras de la cantera del sector de Cariquima.

Las principales actividades a realizar son: el recorrido por la ciudad, visitas puntos importantes, fotografía, actividades de contemplación, entre otras.

Uso turístico

Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Panoramio.

Nombre	Termas de Ancuaque		
Categoría	Sitios Naturaleza		
Tipo	Termas		
Subtipo	Termas		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2. Ruta a-385		Tierra	Regular
3.			

Descripción:
Termas ubicadas a la salida del pueblo Ancuaque a una altitud promedio de 4.100 m.s.n.m.

Se puede acceder al lugar a través de un camino de tierra que existe desde Ancuaque y a esta localidad se llega desde un camino que parte en Cariquima.

Esta en una loma, rodeada de innumerables cerros y con una vista panorámica fabulosa, estas termas son el un lugar preciso para disfrutar un baño termal en un ambiente sin intervenciones antrópicas.

Se puede realizar en el atractivo actividades de baños termales y de carácter contemplativo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Google Earth

Nombre	Cactus Gigante de Ancovinto		
Categoría	Sitios Naturaleza		
Tipo	Lugar de observación de flora		
Subtipo	Lugar de observación de flora		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2. Ruta a-385	Tierra	Regular	
3.			

Descripción:
Lugar en las cercanías del pueblo de ancovinto a 10 km aproximadamente del pueblo de Carquima.

Lugar donde se pueden observar cactus gigantes de aproximadamente de 6 o más metros de altura.

Las principales actividades a realizar son de tipo contemplativo y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Panoramio.

Nombre	Volcán Isluga		
Categoría	Sitios Naturaleza		
Tipo	Volcán		
Subtipo	Volcán		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:
Volcán ubicado en la zona, es uno de los más importantes para la cosmovisión andina, debido que es uno de los "Malkus" principales.

Pose una altitud de 5.218 m.s.n.m., y se encuentra en el parque que lleva su nombre.

Las principales actividades a realizar son de carácter contemplativo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Celebración de Santo Tomás		
Categoría	Museo y Manifestaciones culturales		
Tipo	Manifestaciones y Lugares		
Subtipo	Festividades religiosas.		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2.			
3.			

Descripción:

Festividad que se realiza en e pueblo de isluga, es una celebración para Santo Tomas (21 diciembre), patrono del pueblo, esta celebración tiene una duración de tres a cuatro días y a ellas asisten el grueso de la comunidad de la zona de Isluga.

Esta fiesta es organizada por dos o más alférez y sus familias que son las encargadas de comprar todos los alimentos y contratar a los músicos que tocan en la fiesta.

Actividades a realizar: se puede recorrer y fotografiar el pueblo y si tiene algo de suerte contactar algún lugareño que podrá contarle algunos detalles de la festividad religiosa que se realiza en el pueblo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Panoramio.

Nombre	Celebración de San Juan		
Categoría	Museo y Manifestaciones culturales		
Tipo	Manifestaciones y Lugares		
Subtipo	Festividades religiosas.		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			
Descripción: Festividad que se realiza en e pueblo de Cariquima, es una celebración para San Juan (24 noviembre), patrono del pueblo, esta celebración tiene una duración de tres a cuatro días y a ellas asisten el grueso de la comunidad de la zona de Cariquima. Esta fiesta es organizada por dos o más alférez y sus familias que son las encargadas de comprar todos lo alimentos y contratar a los músicos que tocan en la fiesta. Actividades a realizar: se puede recorrer y fotografiar el pueblo además de participar en la festividad.			
Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	
Fotografía: No existe registro Fotográfico.			

Nombre	Pueblo de Isluga		
Categoría	Folcklore		
Tipo	Arquitectura Popular espontanea		
Subtipo	Pueblo		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2.			
3.			

Descripción:
Poblado ubicado a 6 km aproximadamente de la localidad de Colchane, este poblado fue declarado como Zona Tipica en el año 1992 por el Consejo de Monumentos Nacionales.

En este poblado también durante el año, se realiza la fiesta de Santo Patrono que es una celebración de Santo Tomas (21 diciembre), patrono del pueblo, esta celebración tiene una duración de tres a cuatro días y a ellas asisten el grueso de la comunidad de la zona de Isluga.

En la actualidad este poblado esta abandonado y todos sus habitantes vuelven a él para las festividades.

Actividades a realizar: se puede recorrer y fotografiar el pueblo.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Nombre	Iglesia de Caraguano		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:

Esta ubicada en el pueblo de Caraguano, aprox. 30 km. al nor-este de Colchane, al interior del Parque Nacional de Isluga y a los pies del Volcán Isluga.

La iglesia fue declarada como Monumento Histórico en el año 2006 por el Consejo de Monumentos Nacionales.

En la actualidad esta iglesia se encuentra cerrada y solo se puede visitar y fotografiar por fuera.

Las actividades a realiza en el atractivo son de carácter contemplativo y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio web Consejo de Monumentos Nacionales.

Nombre	Iglesia de Cariquima		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales	**Tipo**	**Estado**	
1. Ruta CH-15	Pavimentada	Bueno	
2.			
3.			

Descripción:
Ubicada al frente a la plaza del pueblo de Cariquima, aprox. a 30 km. Al sur-este de Colchane. Planicie al nor-este del Cerro Cariquima o "Mama Guanapa"

La iglesia fue declarada como Monumento Histórico en el año 2006 por el Consejo de Monumentos Nacionales.

Las actividades a realizar en el atractivo son de carácter contemplativo y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



Fuente: Sitio Web Panoramio.

Nombre	Iglesia de Mauque		
Categoría	Museo y manifestaciones culturales e históricas		
Tipo	Lugar Histórico		
Subtipo	Iglesia		
Ubicación			
Región:	Región de Tarapacá		
Provincia:	Provincia del Tamarugal		
Comuna:	Colchane		
Accesibilidad			
Rutas Principales		**Tipo**	**Estado**
1. Ruta CH-15		Pavimentada	Bueno
2.			
3.			

Descripción:
Esta ubicada en el extremo norte del poblado de Mauque, junto a un bofedal y cerca de la laguna de Villacollo, al interior del Parque Nacional de Isluga, a los pies del Volcán Isluga.

La iglesia fue declarada como Monumento Histórico en el año 2006 por el Consejo de Monumentos Nacionales.

En la actualidad esta iglesia se encuentra cerrada y solo se puede visitar y fotografiar por fuera.

Las actividades a realizar en el atractivo son de carácter contemplativo y fotografía.

Uso turístico			
Actual	X	**Potencial**	

Fotografía:



ANEXO CAPITULO 5.5.3 - A
LINEA BASE: POBLACIÓN
EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2

I REGIÓN

PAUTAS TERRENO

ANEXO 5.5.3 - A

PAUTA ENTREVISTAS ACTORES RELEVANTES

PROYECTO DE EXPLORACIÓN GEOTERMICA PUCHULDIZA

1) IQUIQUE

-CONAF

Relevancia ambiental de la zona

Conocimiento de la geotermia

Proyectos implementados en el Parque Isluga

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Posición frente a proyectos de inversión (otras experiencias) Posibles perjuicios y beneficios

Desarrollo sostenible que debería contemplar

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-SERNATUR

Conocimiento de la geotermia

Relevancia turística de la zona (valoración)

Estado de la ZOIT, proyectos potenciales y actuales: actores involucrados e intereses

Modelo de asociación con la comunidades indígenas dueñas de las tierras?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-GOBERNADORA

Conocimiento de la geotermia

Proyectos de desarrollo implementados en la comuna

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas.

Existencia de proyectos en la zona, que pudieran complementarse o toparse con esto. Conocer (y traer) el ERD; preguntar por corredor de tres naciones.

Su posición respecto de proyectos de inversión en la zona. Posibles perjuicios y beneficios

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-ABOGADO CONADI

Conocimiento de la geotermia

Panorama del nuevo contexto post C 169.

Antecedentes de conversaciones (identificar actores empoderados en esta temática dentro de comunidades) con comunidades sobre implicancias del C 169 en manejo de tierras, aguas y proyectos de inversión

Ámbitos en los cuales se ha visto –y/o podría hacerse- aplicabilidad del C 169

ADI y su funcionamiento o articulación;

¿Qué otras funciones pueden esperarse del rol de CONADI para eventuales escenarios negociadores entre comunidad y empresa?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-CONAMA

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

¿Disposición al Convenio 169 o mera legislación ambiental?

Situación frente a la nueva ley. ¿Qué cambios son interesantes de incorporar en el EIA?. Por ejemplo, alguna relación explícita en torno de comunidades y tierras indígenas

Experiencia con otros proyectos de inversión

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-SAG

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

¿Disposición a Convenio169 o mera legislación ambiental?

Situación en torno de proyectos agrícolas y ganaderos de desarrollo o sólo de autoconsumo

¿Otros proyectos en la zona?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

- DGA

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

¿Disposición a Convenio 169 o solo legislación ambiental?

Situación (oficial) de las Aguas de la comunidad (tenencia y uso). Diferencias existentes entre aguas superficiales y o subterráneas.

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-SERNAGEOMIN

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

Disposición a Convenio 169 o solo legislación ambiental?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas .

Existencia de otros proyectos en la zona

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-SEREMI DE PLANIFICACION

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

Disposición a Convenio 169 o mera legislación ambiental?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas.

¿Qué otros proyectos hay en la zona?

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-CONSEJO MONUMENTOS NACIONALES

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

¿Disposición a Convenio 169 o legislación ambiental-patrimonial?.

¿En virtud de legislación sobre patrimonio, qué debiera contemplarse para su protección: Material o inmaterial?

Relación con noción de ZOIT

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL TURISMO: TOUR OPERADOR DE EMPRESAS CIVET ADVENTURES; TUR OPERADOR EXTREMO NORTE

Conocimiento de la geotermia

Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios, posibles alteraciones del negocio.

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas.

Otros proyectos en la zona.

Explorar disposición a asociatividad con comunidades indígenas de la zona y/o otros actores (por ejemplo proyectos municipales de turismo). ¿Qué formas podría tomar tal asociatividad?

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

2) COLCHANE

-Consejo Municipal

Conocimiento de la geotermia

Posición diferente frente a proyecto Geotermia

Experiencias de proyectos anteriores

Percepción de problemas y beneficios.

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-Departamento de Salud Municipalidad de Colchane

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Proyectos específicos en sus áreas. Fechas, características, logros. Actores que participan.

Importancia de la salud intercultural

Caracterización del tema de salud en la comuna

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Actores y modalidades clave para participación pos entrega EIA

-PRODESAL

Proyectos de desarrollo local, Situación de la agricultura, situación de canalización de las aguas, ¿qué actores se asocian en pro de este tipo de proyectos?

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Actores y modalidades clave para participación pos entrega EIA

3) COMUNIDAD

-Consejo Nacional Aymara

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Posición frente a proyectos de desarrollo. Antecedentes de trabajo en el tema, disposición hacia uso del Convenio 169.

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Actores y modalidades clave para participación post EIA

-Comunidad Mauque- Puchuldiza

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna y transfronteriza y relaciones sociales.

Posición frente a proyectos de desarrollo. Antecedentes de trabajo en el tema, disposición hacia uso del Convenio 169.

Fenómeno de despoblamiento y eventuales expectativas de reversibilidad, ¿Bajo qué condiciones?

Actores y modalidades clave para participación post EIA

-Autoridades tradicionales: caciques, jilapata, yatiris, otros especialistas.

Diagnóstico de situación general del ¨mundo aymara´.

Tipo de poder y funciones de su autoridad tradicional.

¨Complementariedad¨ y otros aspectos de la cultura que aún funcionan

Propiedad y tenencia de tierras y aguas. Indagar disposición sobre Convenio 169

Identificar nociones estéticas (valoración del ¨paisaje¨)

Identificar nociones de ¨patrimonio cultural¨

Explorar valoración de los ¨geisers¨ y otras manifestaciones naturales asociadas con mitología/religiosidad

Conocer percepción y experiencia de poblados sobre otros proyectos de desarrollo de la zona

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Juicio sobre la ¨muerte¨ de los poblados y su conversión en aldeas ceremoniales o de otro uso. Reversibilidad –y condiciones- del proceso de despoblamiento y migración

Expectativas respecto de geotermia. Posición frente al proyecto. Experiencias previas.

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-Alferez

Caracterización de la vida en la ciudad. Reversibilidad de proceso migratorio ¿ bajo qué condiciones?

Su función y poder (tipo de poder) dentro de la comunidad

La importancia de continuar vinculado a poblados

Disputas religiosas. Evaluación de conflictos dentro comunidades

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Posición frente a proyectos de desarrollo; en manos de quiénes, bajo qué modalidades.

Actores y modalidades clave para proceso de participación post entrega EIA

-Organizaciones sociales

Objetivos organizacionales; representatividad; actividades.

Asociatividad, diagnóstico. Al interior de poblados, entre poblados (identificar jerarquía de poblados y dirigentes) entre ciudad y poblados.

Propiedad y tenencia de tierras y aguas. Indagar disposición sobre Convenio 169

Identificar autoridades tradicionales y su función

Caracterizar dinámica de los poblados. Religiosidad, lengua, festividades tradicionales

Identificar nociones estéticas (valoración del ¨paisaje¨)

Identificar nociones de ¨patrimonio cultural¨

Identificar de qué viven las personas, sus actividades principales y sus proyecciones

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

Explorar valoración de los ¨geisers¨ y otras manifestaciones naturales asociadas con mitología/religiosidad

Conocer percepción y experiencia de poblados sobre otros proyectos de desarrollo de la zona

Conocimiento de la geotermia

Beneficios y perjuicios del proyecto

Juicio sobre la ¨muerte¨ de los poblados y su conversión en aldeas ceremoniales o de otro uso. Reversibilidad –y condiciones- del proceso de despoblamiento y migración.

Expectativas respecto de geotermia. Posición frente al proyecto. Experiencias previas.

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-Comunidad en general

Propiedad y tenencia de tierras y aguas. Indagar disposición sobre Convenio 169

Identificar mapas cognitivos sobre el espacio y su ocupación (poder cotejarlos con información ¨oficial¨), nociones culturales del espacio y territorio; límites de la propiedad

Identificar autoridades tradicionales y su función

Caracterizar dinámica de los poblados: parentesco, migración, estacionalidad, tipo de habitación de acuerdo a sexo y edad

Identificar dinámica religiosa entre poblados (carnavales, floreo, limpia de canales)

Identificar nociones estéticas valoración del ¨paisaje

Identificar nociones de ¨patrimonio cultural¨

Identificar de qué viven las personas, sus actividades principales y sus proyecciones

Explorar valoración de los ¨geisers¨ y otras manifestaciones naturales asociadas con mitología/religiosidad

Conocer percepción y experiencia de poblados sobre otros proyectos de desarrollo de la zona, en un primer nivel de acercamiento

Juicio sobre la ¨muerte¨ de los poblados y su conversión en aldeas ceremoniales o de otro uso. Reversibilidad –y condiciones- del proceso de despoblamiento y migración.

Expectativas respecto de geotermia. Posición frente al proyecto. Experiencias previas.

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna y transfronteriza y relaciones sociales.

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

-Juan Choque; Honorio Mamani y otras eventuales figuras importantes en torno al ¨poder¨

Expectativas y conocimiento respecto de geotermia. Posición frente al proyecto. Antecedentes y experiencia de su participación en oposición a proyectos similares

Indagar disposición sobre Convenio 169

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas. Indagar sobre movilidad interna y transfronteriza y relaciones sociales.

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

4) IQUIQUE Y ALTO HOSPICIO

-Organizaciones sociales

Situación de migrantes, historias de vida en ciudad: caracterización de población migrante. Vínculos con la comunidad de origen.

Indagar sobre movilidad interna, transfronteriza y relaciones sociales.

¿Por qué asociarse?; tipo de organizaciones y objetivos.

Juicio sobre la ¨muerte¨ de los poblados de origen y su conversión en aldeas ceremoniales o de otro uso.

Expectativas de retorno, ¿bajo qué condiciones?

Expectativas y conocimiento respecto de la geotermia. Posición frente al proyecto. Beneficios y perjuicios

Posibles áreas de influencia del proyecto, relaciones funcionales entre poblados y ecosistemas

Indagar disposición sobre Convenio 169

Actores y modalidades clave para participación post entrega EIA

ANEXO A CAPITULO 1. COPIA CONCESIÓN DE EXPLORACIÓN DE ENERGIA GEOTÉRMICA "PUCHULDIZA SUR 2" DEL DIARIO OFICIAL.

EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

Normas Particulares

PODER EJECUTIVO

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO

Departamento de Cooperativas

ASTROELQUI

EXTRACTO

Óscar Fernández Mora, Abogado, Notario Público de La Serena, Cordovez número 588, certifica: Por escritura pública hoy, ante mí, por escritura social de fecha 9 de noviembre de 2009, reducida a escritura pública con fecha 10 de febrero de 2010, ante mí, se constituyó la cooperativa denominada ‘‘Astroelqui’’ cuyo nombre de fantasía será Astroelqui. Domicilio es la ciudad de Vicuña. Vigencia: Duración indefinida. Objeto: Comercializar servicios y productos que sean provenientes del trabajo y producción de sus cooperados; prestar servicios a los cooperados y terceros en los ámbitos de la capacitación, consultoría, producción de eventos y promoción; gestionar centrales de reserva para espectáculos y establecimientos que entreguen servicios de recreación, astronomía, alimentación, alojamiento y otros de naturaleza similar y/o complementarios; crear y/o gestionar salas de ventas que satisfagan, entre otras, la demanda turística en ámbitos como souvenirs, internet, cafetería, programas turísticos y telefonía. Concurrieron once socios a su constitución. Capital. $3.300.000.-, dividido en 1.100 cuotas, cada una con un valor de $3.000.- de las cuales cada socio enteró y pagó la suma de $50.000.- y cuyo saldo ascendente a $250.000.- enterarán a contar del 20 de enero de 2010 y dentro de los 9 meses siguientes.- La Serena, 10 de febrero de 2010.

SUBSECRETARÍA DE PESCA

(Extractos)

Por resolución exenta Nº 546, de 28 de enero de 2010, de esta Subsecretaría, autorízase a **FERNANDO ARNALDO MONTECINOS FUNES** para iniciar actividades pesqueras de transformación, instalar y operar una planta en Punta de Cangrejo s/nº, Caleta El Blanco, Antofagasta, II Región, para elaborar en línea **Alga seca**, los recursos hidrobiológicos indicados en resolución extractada.

Valparaíso, 28 de enero de 2010.- María Ángela Barbieri Bellolio, Subsecretaria de Pesca (S).

Por resolución exenta Nº 704, de 5 febrero de 2010, de esta Subsecretaría, autorízase a **MARÍA HORTENSIA GALLEGOS BURGOS** para iniciar actividades pesqueras de transformación, instalar y operar una planta en Puerto Nuevo s/n, Caleta Punta Lavapié, comuna de Arauco, VIII Región, para elaborar en las líneas de **Cocido, Fresco-Enfriado, Fresco-Refrigerado** y **Congelado**, los recursos hidrobiológicos indicados en resolución extractada.

Valparaíso, 5 de febrero de 2010.- Germán Loyola Bastías, Subsecretario de Pesca (S).

Por resolución exenta Nº 705, de 5 de febrero de 2010, de esta Subsecretaría, autorízase a **MARITZA DEL CARMEN AEDO OVANDO** para iniciar actividades pesqueras de transformación, para instalar y operar planta en Camino Correntoso Km. 11, Puerto Montt, X Región, donde podrá elaborar en las líneas de Ahumado y Marinado, los recursos hidrobiológicos indicados en resolución extractada.

Valparaíso, 5 de febrero de 2010.- Germán Loyola Bastías, Subsecretario de Pesca (S).

Ministerio de Hacienda

Servicio de Impuestos Internos

Dirección Nacional

AUTORIZA EMISOR ELECTRÓNICO

Extracto de resolución exenta del Servicio de Impuestos Internos Nº 42, de 25 de febrero de 2010, que autoriza a contribuyentes como emisor electrónico.

Se autoriza como emisor de documentos tributarios electrónicos a contribuyentes RUT 76.000.861-3, RUT 76.694.340-3, RUT 76.856.630-5, RUT 76.981.810-3 y el RUT 77.133.880-1, a contar del mes de febrero de 2010. En la Oficina Virtual del SII en Internet se podrá consultar los documentos que los contribuyentes están autorizados a emitir en forma electrónica.

El texto íntegro de esta resolución está publicado en la Oficina Virtual del Servicio de Impuestos Internos en Internet (**www.sii.cl**) y, además, aparecerá en el Boletín del SII del mes de febrero de 2010.

Superintendencia de Valores y Seguros

APRUEBA REFORMA DE ESTATUTOS A ‘‘COMPAÑÍA DE SEGUROS DE VIDA HUELÉN S.A.’’

(Certificado)

Certifico: Que por resolución exenta Nº 67, de fecha 19 enero de 2010, esta Superintendencia de Valores y Seguros aprobó reforma de estatutos de Compañía de Seguros de Vida Huelén S.A., acordada en junta extraordinaria de accionistas de 21 de septiembre de 2009, y reducida a escritura pública el 1 de octubre de 2009 en la Notaría de Santiago de don Sergio Carmona Barrales, domiciliado en Paseo Ahumada 312, local 36, comuna y ciudad de Santiago.

Se fija el capital social suscrito y pagado, en la suma de $1.083.867.565 pesos dividido en 61.080.000 acciones sin valor nominal y de una misma serie. Este capital se aumenta en $1.106.382.035 pesos mediante la capitalización de las utilidades retenidas, quedando el capital social enteramente suscrito y pagado, en la suma de $2.190.249.600 pesos dividido en 61.080.000 acciones sin valor nominal y de una misma serie. Se modifica artículo quinto de los estatutos y se incorpora nuevo transitorio. Demás estipulaciones constan en escritura extractada.

Santiago, 19 de enero de 2010.- Carmen Undurraga Martínez, Secretario General.

Ministerio de Justicia

CONCEDE PERSONALIDAD JURÍDICA Y APRUEBA ESTATUTOS A ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL DE DESARROLLO ‘‘CORPORACIÓN DE ESTUDIOS, METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE ARAUCO’’

Santiago, 7 de octubre de 2008.- Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 3.483 exento.- Vistos: estos antecedentes, lo dispuesto en el decreto supremo de Justicia Nº 110, de 1979, publicado en el Diario Oficial de 20 de marzo de 1979, Reglamento sobre Concesión de Personalidad Jurídica a Corporaciones y Fundaciones, modificado por el decreto supremo de Justicia Nº 679, de 2003, publicado en el Diario Oficial de fecha 13 de febrero de 2004; en el decreto supremo de Justicia Nº 292, de 1993, publicada en el Diario Oficial de 28 de mayo de 1993, modificado por decreto supremo de Justicia Nº 3.314, de 2004, publicado en el Diario oficial con fecha 20 de octubre de 2004, y en la resolución Nº 520, de 1996, modificada por resolución Nº 661, de 2002, publicada en el Diario Oficial de 31 de octubre de 2002, ambas de la Contraloría General de la República,

Decreto:

1.- Concédese personalidad jurídica a la entidad denominada Organización No Gubernamental de Desarrollo ‘‘Corporación de Estudios, Metodología y Desarrollo de Arauco’’, que podrá usar también el nombre de O.N.G. ‘‘CEMDAR’’, con domicilio en la provincia de Arauco, Octava Región del Bío-Bío.

2.- Apruébanse los estatutos por los cuales se ha de regir la citada entidad, en los términos que dan testimonio el instrumento protocolizado bajo el Nº 19, con fecha 20 de marzo de 2007 y la escritura pública de fecha 20 de noviembre de 2007, ante los Notarios Públicos de Curanilahue doña Myriam Amigo Arancibia, el primero, y de Concepción don Mario Patricio Aburto Contardo, la segunda.

3.- Remítase copia del presente decreto al Ministerio de Planificación.

Anótese, comuníquese y publíquese.- Por orden de la Presidenta de la República, Carlos Maldonado Curti, Ministro de Justicia.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Le saluda atentamente, Jorge Frei Toledo, Subsecretario de Justicia.

Ministerio de Minería

ADJUDICA Y OTORGA CONCESIÓN DE EXPLORACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA DENOMINADA PUCHULDIZA SUR 2, UBICADA EN LA COMUNA DE COLCHANE, PROVINCIA DEL TAMARUGAL, REGIÓN DE TARAPACÁ, A LA EMPRESA GGE CHILE SpA., EN VIRTUD DE LA LEY N°19.657

Núm. 174.- Santiago, 9 de octubre de 2009.- Visto: Lo dispuesto en la Ley Nº19.657, sobre Concesiones de Energía Geotérmica, y su Reglamento aprobado mediante decreto Supremo N°32, de 22 de abril de 2004, y su modificación dispuesta por decreto Supremo N°224, de 4 de diciembre de 2008, ambos del Ministerio de Minería; en la resolución Afecta N°30 de fecha 15 de diciembre de 2003, que Deroga resolución N°13 y Aprueba Nuevas Bases Generales que fijan los Requisitos, Condiciones y Modalidades de las Licitaciones Públicas para el Otorgamiento de Concesiones de Exploración o Explotación de Energía Geotérmica de Fuente Probable o No Probable; en las publicaciones de la convocatoria a licitación realizadas en conformidad al artículo 13 de la Ley N°19.657; en la resolución exenta N°2.052, de fecha 27 de noviembre de 2008, del Ministerio de Minería, que Aprueba las Bases Administrativas y Técnicas Particulares para la Licitación Pública de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; en la resolución exenta N°2.143, de fecha 10 de diciembre de 2008, del Ministerio de Minería, que Modifica el Calendario de la Licitación Pública para el otorgamiento de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; los escritos de reclamación presentados en virtud del artículo 18 de la Ley N°19.657, con fecha 30 de diciembre de 2008, ante la Secretaría Regional Ministerial de la Región de Tarapacá; en los decretos exentos N°s. 71, 72, 73 y 74, todos de fecha 27 de febrero de 2009, del Ministerio de Minería, mediante los cuales se rechazaron las reclamaciones interpuestas en contra de la convocatoria a licitación pública para el otorgamiento de las concesiones de exploración de energía geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; en la resolución exenta N°617, de fecha 3 de abril de 2009, del Ministerio de Minería, que Aprueba Acta de Apertura de la Licitación Pública de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; en la resolución exenta N°1.597, de fecha 10 de agosto de 2009, del Ministerio de Minería, que aprobó el Acta de Calificación Técnica de la Licitación Pública para el otorgamiento de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; las Cartas Certificadas N°s. 725, 726, 727 y 728, todas de fecha 10 de agosto de 2009, del Ministerio de Minería, mediante las cuales se comunica a las empresas participantes el puntaje obtenido en la evaluación técnica de sus ofertas, y se invita a las empresas seleccionadas a presentar Ofertas Económicas; el Acta de Apertura de Ofertas Económicas, de fecha 18 de agosto de 2009; Oficio N°776, de fecha 19 de agosto de 2009, del Ministerio de Minería, mediante el cual se solicita informe a la Comisión Nacional de Energía, y su respuesta remitida mediante Oficio Ordinario N°0962, de 16 de septiembre de 2009; en el Acta del Comité de Análisis de Energía Geotérmica, de fecha 19 de agosto de 2009, en la cual consta el acuerdo en torno a recomendar al Ministerio de Minería la adjudicación de la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2, a la empresa GGE Chile SpA.; carta certificada N°923 de fecha 23 de septiembre de 2009, mediante la cual, el Ministerio de Minería le comunica a la empresa GGE Chile SpA. su intensión de adjudicarle la concesión de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2; carta suscrita ante notario público con fecha 25 de septiembre de 2009, y presentada con esa misma fecha en la Oficina de Partes del Ministerio de Minería, mediante la cual, la empresa GGE Chile SpA., manifiesta su aceptación de la adjudicación de la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2; en el decreto Supremo N°131, de 26 de diciembre de 2002, del Ministerio de Minería, que faculta al Ministro de Minería a firmar “Por Orden del Presidente de la República” en materia de Concesiones de Energía Geotérmica, y lo establecido en la resolución Nº1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, y

Considerando:

1. Que, con fecha 15 de noviembre de 2008, el Ministerio de Minería, publicó en el Diario Oficial la convocatoria a licitación pública para el otorgamiento de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; con fecha 24 de noviembre de 2008, en los diarios de circulación

nacional El Mercurio y La Tercera, y en el diario de circulación regional La Estrella de Iquique. Asimismo, dicha convocatoria fue difundida mediante la emisión de tres avisos radiales en la radioemisora Bravísima F.M. de Iquique, según consta en el certificado de fecha 28 de enero de 2009 suscrito por don Néstor A. Jofré Nuñez, representante legal de dicho medio radial.

2. Que, mediante resolución exenta N°2052, de fecha 27 de noviembre de 2008, del Ministerio de Minería, se aprobaron las Bases Administrativas y Técnicas Particulares para la Licitación Pública de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2, ubicadas en la Comuna de Colchane, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá.

3. Que, mediante resolución exenta N°2143, de fecha 10 de diciembre de 2008, del Ministerio de Minería, se modificó el Calendario de la Licitación Pública de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2, la cual fue publicada con fecha 15 de diciembre de 2008 en el Diario Oficial y con fecha 22 de diciembre de 2008 en el diario de circulación nacional "El Mercurio", y en el diario de circulación regional ''La Estrella de Iquique".

4. Que, con fecha 30 de diciembre de 2008, y dentro del plazo legal, don Antolín Mamani, por sí, y en representación de la Comunidad Indígena Aymara de Ancuaque; don Héctor Challapa, por sí y en representación de la Comunidad Indígena Aymara de Ancovinto; don Lino Marcelo Israel Vilches, en representación de Sabino Mamani Mamani, Francisco Mamani Mamani y Pascual Francisco Supanta Hidalgo; y don Celso Castro Vilches, por sí y en representación de Valentín Chamaca Challapa, Timoteo Obispo Castro Gómez, Apolinario Castro Castro, Santos Mamani Chamaca, Florentino Mamani Challapa, Plácido Mamani Castro, Nicasio Mamani Flores y Comunidad Aymara Mauque Puchuldiza, presentaron ante la Secretaría Regional Ministerial de Minería de la Región de Tarapacá, escritos deduciendo reclamación y observaciones en contra de la convocatoria a licitación pública de las Concesiones de Exploración de Energía Geotérmica denominadas Puchuldiza Sur 1 y Puchuldiza Sur 2; dichas reclamaciones fueron rechazadas mediante decretos exentos N°71, 72, 73 y 74, todos de fecha 27 de febrero de 2009, del Ministerio de Minería.

5. Que, con fecha 01 de abril de 2009 y de conformidad con lo dispuesto en el número 11 de las referidas Bases Administrativas y Técnicas Particulares, como asimismo, en el artículo primero de la resolución exenta N°2143, de 10 de diciembre de 2008, se efectuó el acto de apertura de los sobres números 1 y 2, denominados "Antecedentes Generales" y "Propuesta Técnica", que fueran presentados por las siguientes empresas oferentes: "GGE Chile SpA.", "Energía Andina S.A.", "SCM Compañía de Salitre y Yodo Cala Cala" y "Polaris Energy Chile Ltda.", levantándose Acta que fuera aprobada mediante resolución exenta N°617, de fecha 03 de abril de 2009, del Ministerio de Minería.

6. Que, consta en acta de acuerdo del Comité de Análisis de Energía Geotérmica, de fecha 31 de julio de 2009, aprobada mediante resolución exenta N°1597 de fecha 10 de agosto de 2009, del Ministerio de Minería, que la oferta presentada por la empresa Polaris Energy Chile Ltda., no fue calificada técnicamente por cuanto se estimó que dicha oferta se encontraba fuera de bases, dado que dicha empresa oferente no cumplía con el requisito mínimo de capital exigido en la letra b), punto 7 de las Bases Generales de Licitación, como asimismo, en el artículo 17 letra a), de la Ley N°19.657, sobre Concesiones de Energía Geotérmica. Por lo que, de conformidad a lo dispuesto en el número 11.1 de las Bases Administrativas y Técnicas Particulares de Licitación, el Comité de Análisis de Energía Geotérmica sólo realizó la evaluación de las propuestas técnicas validamente presentadas, dejando constancia pormenorizada y fundada de lo obrado, como asimismo, del resultado final obtenido por cada una de las empresas oferentes, cual es el siguiente: Para el área de concesión Puchuldiza Sur 2: GGE Chile SpA. 72.18 puntos.; Energía Andina S.A. 64.12 puntos.; SCM Compañía de Salitre y Yodo Cala Cala 55.53 puntos.

7. Que, el contenido del Acta de Acuerdo del Comité de Análisis de Energía Geotérmica, de fecha 31 de julio de 2009, y el resultado de las evaluaciones técnicas efectuadas, fue comunicado a todas las empresas oferentes mediante cartas certificadas N°725, 726, 727 y 728, todas de fecha 10 de agosto de 2009, comunicándosele asimismo a la empresa GGE Chile SpA., cuya oferta técnica fuera seleccionada, la invitación a presentar oferta económica por el área de concesión Puchuldiza Sur 2; realizándose el acto de apertura de ofertas económicas, con fecha 18 de agosto de 2009, según da cuenta el Acta de Apertura de Ofertas Económicas suscrita en esa fecha.

8. Que, mediante Acta de Acuerdo del Comité de Análisis de Energía Geotérmica, suscrita con fecha 19 de agosto de 2009, y en virtud de los antecedentes que obran en el proceso de licitación, dicho órgano recomendó al Ministro de Minería adjudicar la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2, a la empresa GGE Chile SpA.

9. Que, mediante Oficio Ordinario N°0962, de fecha 16 de septiembre de 2009, la Comisión Nacional de Energía, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 19 de la Ley N°19.657, evacuó informe técnico sobre el proyecto de exploración presentado, recomendando la adjudicación del área de concesión denominada Puchuldiza Sur 2, a la empresa GGE Chile SpA.

10. Que, mediante carta certificada de fecha 23 de septiembre de 2009, y de acuerdo a lo prescrito en el numeral 13 de las Bases Administrativas y Técnicas particulares de Licitación, el Ministerio de Minería, comunicó a la empresa seleccionada, GGE Chile SpA., su decisión de adjudicarle el área de concesión Puchuldiza Sur 2, dándole un plazo de 3 días corridos para manifestar su aceptación.

11. Que, con fecha 25 de septiembre de 2009, mediante carta suscrita ante notario público, la empresa GGE Chile SpA., manifestó su aceptación en torno a la adjudicación de la licitación para el otorgamiento de la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2.

12. Que, en virtud de lo expuesto, y de acuerdo a los antecedentes que obran en el procedimiento de licitación pública llevado adelante, el Ministerio de Minería considera ajustado a derecho proceder a adjudicar la concesión de exploración de energía geotérmica, denominada Puchuldiza Sur 2, objeto de licitación, a la empresa GGE Chile SpA.,

Decreto:

ARTÍCULO PRIMERO: Adjudíquese y otórguese de conformidad a la Ley N°19.657, la concesión de exploración de energía geotérmica denominada Puchuldiza Sur 2, a la empresa GGE Chile SpA., la cual se encuentra ubicada en la Comuna de Colchane, Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, y cuya extensión y coordenadas UTM referidas al Elipsoide Internacional de 1924, Datum La Canoa – Venezuela 1956, zona 19 son las siguientes:

Puchuldiza Sur 2: 6.000 hectáreas

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

ARTÍCULO SEGUNDO: El proyecto de exploración tiene como objetivos los siguientes: Desarrollar un modelo conceptual del sistema geotérmico del área solicitada y ejecutar un conjunto de trabajos para determinar las posibilidades y potencialidades de utilización del recurso de energía geotérmica existente dentro del área, de acuerdo con las características físico-químicas de los fluidos geotermales que sean estudiados, principalmente para la generación de energía eléctrica. La empresa concesionaria llevará adelante la evaluación y planificación de pozos exploratorios.

ARTÍCULO TERCERO: La concesionaria deberá realizar las siguientes inversiones en: Geología, la cual comprende las siguientes actividades: mapeo geológico estructural, adquisición de imágenes satelitales y/o fotografías aéreas, análisis químico de rocas, análisis de isotopía y dataciones radiométricas; por un monto total de US$ 112.100.- y que serán realizadas entre el mes 1 y el mes 12 del periodo de concesión. Hidroquímica, la cual comprende las siguientes actividades: análisis químico de aguas, análisis químico de gases y análisis de isotopía; por un monto total de US$ 88.500.- y que serán realizadas entre el mes 6 y el mes 7 del periodo de concesión. Hidrogeología, la cual comprende las siguientes actividades: balance hídrico, mapeo hidrogeológico, monitoreo de manifestaciones termales y monitoreo de manifestaciones no termales en la cuenca de influencia; por un monto total de US$ 65.000.- y que serán realizadas entre el mes 3 y el mes 23 del periodo de concesión. Geofísica, la cual comprende las siguientes actividades: estudios sísmicos, estudios de resistividad eléctrica, estudios gravimétricos, estudios MT, sondeos eléctricos verticales, tomografías geoeléctricas, estudios de refracción/reflexión, estudios electromagnéticos TEM, estudios de georadar o GPR, estudios PID (photo ionization detector) y estudios infra-rojos; por un monto total de US$ 535.700.- y que serán realizadas entre el mes 3 y el mes 24 del periodo de concesión. Exploración directa, la cual comprende las siguientes actividades: la perforación de 1 pozo estratigráfico de 1200 metros de profundidad de diámetro 8.5 pulgadas de diámetro por un monto de US$ 1.200.000.-, la perforación de 1 pozo hídrico de 550 metros de profundidad de diámetro 4 pulgadas de diámetro por un monto de US$ 350.000.-, la perforación de 1 pozo de gradiente térmico de 1600 metros de profundidad, de 5.675 pulgadas de diámetro por un monto de US$ 2.000.000.-, la perforación de 1 pozo de comprobación de 1600 metros de profundidad de diámetro 30 pulgadas por un monto de US$ 4.500.000.- y que serán realizados entre el mes 5 y el mes 23 del periodo de concesión.

De acuerdo a lo señalado en el anexo 12 del proyecto presentado, asimismo el concesionario de exploración se compromete a realizar las siguientes actividades complementarias en Geología: mapa regional geológico escala 1:50.000 en superficie de 600 km2, mapeo adicional de alteración a escala 1:50.000 en una superficie de 600 km2 e interpretación geológica escala 1:50.000 en superficie de 60 km2 por un monto de US$ 40.000; Hidroquímica: Modelos geoquímicos por un monto de US$ 13.000, Hidrogeología: Pruebas de pozo y modelo hidrológico - geotérmico en una escala 1:50.000 por un monto de US$ 60.000; Geofísica: Registros de pozo y modelo geofísico por un monto de US$ 88.000; Exploración Directa: Sondeos de Temperatura, con 25 pozos de profundidad de 2 metros y diámetro 2 pulgadas por un monto US$15.000.-

El total de inversiones comprometidas por la empresa concesionaria asciende a US$ 9.067.300.-

ARTÍCULO CUARTO: Según lo señalado en el anexo 14, y como resultado de la exploración geotérmica, la concesionaria se compromete a la entrega de lo siguiente: Geología: Informe Geológico, mapas a escala 1:25.000 en geología estructural, datos brutos de imágenes satelitales, análisis de laboratorio en química de rocas, análisis de laboratorio en isótopos de rocas, análisis de laboratorio en dataciones radiométricas y la geología regional a escala 1:50.000. Hidroquímica: Informe Hidroquímica, análisis de laboratorio en química de aguas, análisis de laboratorio en química de gases, análisis de laboratorio en isótopos de fluido, diagramas y resultados de cálculos de los modelos geoquímicos. Hidrogeología: Informe Hidrogeología, mapas a escala 1:25:000, planillas y reporte anual del monitoreo de manifestaciones termales y no termales, mapas y flujos de pozos y mapas y secciones transversales del modelo hidrogeológico geotérmico. Geofísica: Informe Geofísica, reportes MEQ del estudio sísmico, reportes y cifras del estudio de resistividad eléctrica, reporte y tablas de datos de los estudios gravimétricos, reporte y gráficos de sonido MT-AMT, reporte y resultados del estudio de sondeo eléctricos verticales, mapas a escala 1:25.000 de las tomografías geoeléctricas, reporte y cifras del perfil sísmico de los estudios de refracción y reflexión, reporte y gráficos de sonidos TEM y estudio electromagnético, mapas a escala 1:10.000 de los estudios de Georadar (GPR), reporte y planillas de observación Foto Detección de Ionización (PID) y mapa escala 1:50.000 del reporte de flujo calórico del estudio Infrarrojo. Exploración directa: Informe exploración directa, registro de pozo estratigráfico, registro de pozo hidrológico, registro de pozo de gradiente térmico, registro de pozo de comprobación, reportes de sondeo y mapa de temperatura escala 1:50.000.

ARTÍCULO QUINTO: El plazo máximo de duración de la concesión de exploración de energía geotérmica Puchuldiza Sur 2, será de dos años. En el evento que la concesionaria opte por una prórroga de la misma, haciendo uso del derecho establecido en el artículo 36 de la Ley N°19.657, deberá acreditar, a lo menos, un avance no inferior al veinticinco por ciento (25%) de las actividades e inversiones proyectadas de acuerdo a los montos y cronograma de actividades consignados en el artículo tercero anterior.

ARTÍCULO SEXTO: El concesionario de exploración deberá informar al Ministerio de Minería, en el curso del mes de marzo de cada año, sobre la realización de las actividades e inversiones comprometidas.

ARTÍCULO SÉPTIMO: Lo establecido en el presente acto administrativo es sin perjuicio de las autorizaciones medio-ambientales que debe obtener la concesionaria en virtud de la legislación vigente.

Anótese, tómese razón por la Contraloría General de la República, comuníquese y publíquese.- Por orden de la Presidenta de la República, Santiago González Larraín, Ministro de Minería.

Lo que transcribo a usted para su conocimiento.- Por orden de la Subsecretaria de Minería.- Saluda atentamente a usted, Jorge Gómez Oyarzo, Jefe División Jurídica.

ANEXO A CAPITULO 3. PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL DEL ARTÍCULO 91 DEL REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA)

EIA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA PUCHULDIZA SUR 2
I REGIÓN

1 PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL DEL ARTÍCULO 91 DEL REGLAMENTO DEL SEIA

1.1 ANTECEDENTES

El Proyecto Exploración geotérmica Puchuldiza Sur 2 del Titular Geoglobal Energy LLC requiere el otorgamiento del permiso ambiental sectorial que se encuentra señalado en el artículo 91 del Reglamento del SEIA, ya que el proyecto considera la habilitación y funcionamiento durante el periodo que dure la actividad de una planta de tratamiento de aguas servidas de características modulares y confinada en container, para dotar de los servicios de tratamiento y disposición de las aguas servidas generadas por el funcionamiento de baños y comedores del campamento, el que tendrá una ocupación máxima estimada de 30 personas en el periodo de perforación de pozos profundos geotérmicos, de acuerdo al siguiente cuadro de ocupación:

Fase	Tarea	Número de Personas (total)	Número de Turnos
CONSTRUCCIÓN	Instalación campamento e instalación de faenas	10	1
	Habilitación de caminos y accesos y plataformas de perforación	10	1
	Perforación Sondajes (8)	5	1
	Construcción de las Plataformas de Perforación Geotérmica (máximo 5 a 6)	30	2
OPERACIÓN	Pruebas de pozos	10	2
CIERRE Y/O ABANDONO	Cierre Campamento e Instalación de faenas Cierre de Plataformas	10	1

A continuación, se presentan los antecedentes necesarios para solicitar este permiso ambiental sectorial según los requisitos y los contenidos técnicos y formales establecidos en el Reglamento del SEIA.

1.2 CUMPLIMIENTO

Artículo 91. 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. Nº 725/67, Código Sanitario, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas adecuadas para el control de aquellos factores, elementos o agentes del medio ambiente que puedan afectar la salud de los habitantes, de acuerdo a:

a) En caso de disposición de las aguas por infiltración:
a.1. La profundidad de la napa en su nivel máximo de agua, desde el fondo del pozo filtrante.
a.2. La calidad del terreno para efectos de determinar el índice de absorción.
a.3. La cantidad de terreno necesario para filtrar.

a.4. La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas.

R: el proyecto no contempla verter aguas tratadas por infiltración.

b) En caso que las aguas, con o sin tratamiento, sean dispuestas en un cauce superficial:
b.1. La descarga del efluente en el cauce receptor.
b.2. La caracterización físico-química y microbiológica de las aguas.
b.3. Las características hidrológicas y de calidad del cauce receptor, sus usos actuales y previstos.

R: el proyecto no contempla disponer las aguas tratadas directamente en un cauce superficial. Asl aguas tratatdas serán acopiadas y trasferidas a camión aljibe de trabajo y ocupadas en actividades de humectación en caminos o plataformas de perforación, con el fin de mantener estabilizada las condiciones de emisiones de material particulado.

c) En casos de plantas de tratamiento de aguas servidas:
c.1. La caracterización físico-química y microbiológica del caudal a tratar.
c.2 El caudal a tratar.
c.3. Caracterización físico-química y bacteriológica del efluente tratado a descargar al cuerpo o curso receptor.
c.4. La caracterización y forma de manejo y disposición de los lodos generados por la planta.

R: El tratamiento de las aguas servidas se realizará mediante la instalación de una planta de tratamiento biológica compacta empleando el proceso de Lodos Activados de Aireación Extendida. El proceso corresponde básicamente a la secuencia: pretratamiento – aireación – sedimentación - desinfección.

R C.1 Caracterización del caudal a tratar:

El afluente a tratar corresponde a aguas servidas domésticas y la calidad de ellas, considerando que no se recibirán residuos líquidos industriales, presenta los siguientes valores:

pH (ppm)	SST (ppm)	DBO (ppm)	Aceites y Grasas (ppm)
7.6	286	308	83

R C.2: El caudal a tratar

Proyectado con un factor de seguridad alto, la planta de tratamiento se diseña con un caudal equivalente a 40 personas

La dotación de agua proyectada es de 150 l/ha/día. Por lo tanto la cantidad de Aguas Servidas generadas por el proyecto para su nivel máximo de ocupación considerando un coeficiente de recuperación de 0,9 será de 5,4 m3/día

R C.3. Caracterización físico-química y bacteriológica del efluente tratado a descargar al cuerpo o curso receptor.

Las aguas tratadas cumplen con la caracterización indicada en la tabla siguiente:

Parámetro	Unidad	Valor efluente
Aceites y grasas	mg/l	20
Aluminio	mg/l	5
Arsénico	mg/l	0,5
Boro	mg/l	0,75
Cadmio	mg/l	0,01
Cianuro	mg/l	0,2
Cloruros	mg/l	400
Cobre	mg/l	1
Índice de fenol	mg/l	0,5
Cromo total	mg/l	
Cromo hexavalente	mg/l	0,05
DBO5	mg/l	35
Fósforo	mg/l	10
Fluoruros	mg/l	1,5
Hidrocarburos Totales	mg/l	10
Hierro disuelto	mg/l	5
Manganeso	mg/l	0,3
mercurio	mg/l	0,001
Molibdeno	mg/l	1
Niquel	mg/l	0,2
Nitrógeno NKT	mg/l	50
Pentaclorfenol	mg/l	0,009
pH		6.0-8.5
Plomo	mg/l	0,05
Poder espumogeno	mg/l	7
Selenio	mg/l	0,01
Solidos suspendidos	mg/l	80
Sulfatos	mg/l	1000
Sulfuros	mg/l	1
Temperatura	mg/l	35
Zinc	mg/l	3
Tetracloroeteno	mg/l	0,04
Tolueno	mg/l	0,7
Triclorometano	mg/l	0,2
Xileno	mg/l	0,5
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000

El Titular se compromete a que una vez que el Proyecto se encuentre en operación, realizará una caracterización del efluente para acreditar el cumplimiento de la Normativa y caracterización indicada.

R C.4. La caracterización y forma de manejo y disposición de los lodos generados por la planta:

La producción diaria de lodos generada en la planta de tratamiento de aguas servidas, calculado en función de la carga máxima de DBO5 que será removida en la línea de agua alcanza a un máximo de 2,0 kg diarios. De acuerdo a su calidad, los lodos podrá ser utilizados en el mejoramiento de los suelos removidos por las actividades del proyecto o bien serán removidos periodicamente por un vehículo autorizado, para ser dispuestos igualmente en un sitio autorizado a tal efecto.