



**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE GRADUADOS
MAGÍSTER EN DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE**

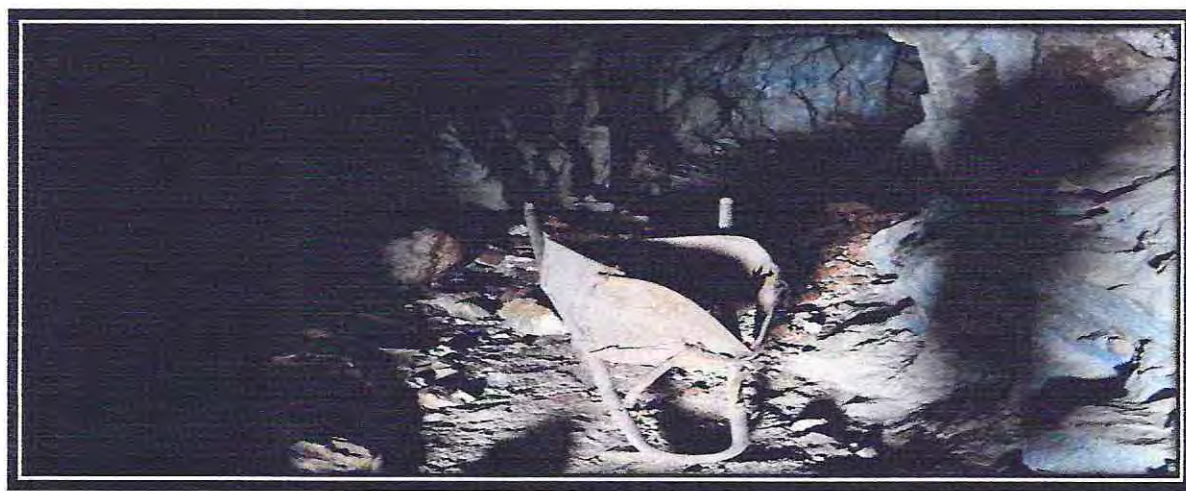
*Evaluación Sitio-Específico del Riesgo de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes.
Caso de Estudio: Faena Minera Hades y Faena Minera la Petaca comuna de las Cabras -
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.*

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER EN DESARROLLO REGIONAL
Y MEDIO AMBIENTE**

**Alumno: Emilio López Briño
Profesor Guía: Dr. Alfredo Sanchez Muñoz
Valparaíso, Abril 2017**

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE GRADUADOS
MAGÍSTER EN DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE**

*Evaluación Sitio-Específico del Riesgo de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes.
Caso de Estudio: Faena Minera Hades y Faena Minera la Petaca comuna de las Cabras -
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.*



**TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER EN DESARROLLO REGIONAL
Y MEDIO AMBIENTE**

**Alumno: Emilio López Briño
Profesor Guía: Dr. Alfredo Sanchez Muñoz
Valparaíso, Abril 2017**

AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos pueden llegar a ser eternos, más aún cuando el trabajo final para obtener el tan ansiado grado académico supera una década. Década marcada por cambios y transformaciones físicas, geográficas y familiares. Atrás quedó el mar, los cerros poblados. Como decía el gitano, “la brea, el viento sur, los volantines... “. Aquel viejo puerto que vigiló mi infancia, (también mi adolescencia y juventud) hoy lo miro desde lejos. La montaña, la cordillera, los balnearios sin mar y las chombas son ahora parte del vivir cotidiano. Aquellos valles interiores con su belleza profunda y su fertilidad extrema, me recibieron con los brazos abiertos en la madurez de mi vida. La generosidad de su gente no deja de sorprenderme día a día.

Con todo esto, agradezco a los amigos y compañeros de trabajo por hacer de nosotros un sentir afable y amistoso. Mención aparte merecen nuestros actuales vecinos... gracias por el coloquio, el vino y el fuego encendido.

No dejaré pasar esta vez sin nombrar a los tíos (Lola y Mario), gracias infinitas por su cobijo y fraternidad. Me hicieron sentir parte de su hermosa familia, “Muito obrigado por tudo”.

Agradezco también a mis padres que siempre han alentado estos desafíos de mi parte.

A mis hijos, que me enseñaron que para todo existe un límite, menos para el amor que puede un padre sentir por ellos. Emilia y Víctor, cuenten conmigo en cada segundo de sus vidas... Lo mismo para tí mi amada Violeta.

La razón principal por la cual terminé esta tesis, no fue solo el afán de investigación que tiene un trabajo como este, también se necesitan ciertos estímulos, como también reprimendas, o por que no decirlo, técnicas persuasivas que encierran un ultimatum. Ese persistente e inquisidor aliento no puede ser de otra persona que aquella que es capaz de desarmarme con una sola mirada... Mi mujer, mi compañera, aquella belleza obsidiana, mapuche, alegre, versátil, inteligente y acertiva... No tuve mas opción que darle un final a este trabajo, so pena de consecuencias nefastas que no me atrevo a contar.

Finalmente, mis congratulaciones a todo el equipo académico del Magister , colegas geógrafos y arquitectos que desplegaron todo su talento y conocimiento para tener profesionales de alto nivel académico, concientes y con una mirada sustentable.

A la larga lista de entrevistados y servidores públicos, que como siempre, estuvieron a la altura... Muchas Gracias a todos...

"Si salgo, llego; si llego, entro; si entro, triunfo"

A Paloma, Emilia y Víctor;

INDICE

1. Introducción.....	9
2. Marco Conceptual y Referencial.....	9
2.1 Marco Conceptual	10
2.1.1 Evaluación de Riesgo Ambiental	10
2.1.2 Evaluación de Riesgo Ecológico	10
2.1.3 Daño ambiental.....	11
2.1.4 Riesgo	11
2.1.5 Ruta de exposición	11
2.1.6 Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes. (SPPC).....	12
2.2 Marco Referencial	13
2.2.1 Resolución Exenta 1.690/2011	13
2.2.2 Resolución Exenta 406/2013	13
2.2.3 D.S 40/2013 Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental	13
2.2.4 D.S 148: Reglamento sobre Manejo de Residuos Peligrosos	14
2.2.5 Política Nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes	14
2.2.6 Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes	15
2.2.7 Normativa respecto a faenas mineras abandonadas y pasivos ambientales mineros. .	16
3. Estado del Arte respecto a Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes.....	19
4. Metodología.....	21
4.1 Identificación del problema	21
4.2 Localización y Cobertura del Estudio	22
4.3 Hipótesis de trabajo	24
4.4 Objetivo General	25
4.5 Objetivos Específicos	25
4.6 Plan Metodológico.	25
4.6.1 Identificar y Priorizar ambos suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.	25
4.6.2 Evaluar de forma preliminar el (los) sitio –especifica del riesgo	25
4.6.3 Evaluar el riesgo y plan de acción para su gestión.	26
5. Evaluación de Riesgo Ambiental.....	27
5.1 FASE 1: Identificación, Priorización y Jerarquización de Sitios con potencial Presencia de Contaminantes (SPPC).	27
5.1.1 Levantamiento de Antecedentes.....	27
5.1.2 Identificación y Georreferenciación.....	27
5.1.3 Priorización de Sitios.....	28
5.1.4 Validación en Terreno de los Sitios Priorizados.	29
5.1.4.1 Ficha de inspección:	29
5.1.5 Jerarquización de SPPC Abandonados.....	42
5.1.5.1 Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminante (SPPC) – Faena Minera Hades	42
5.1.5.2 Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia Contaminantes (SPPC) – Faena Minera La Petaca	62
5.2 FASE 2: Evaluación Preliminar Sitio Específico del Riesgo de Suelos con Potencial	

Presencia de Contaminantes.....	80
5.2.1 Faena Minera Hades.....	80
5.2.1.1 Antecedentes del Sitio.....	80
5.2.1.2 Estudio Histórico.....	80
5.2.1.2.1 Usos del Suelo.....	80
5.2.1.2.2 Plano del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes.....	82
5.2.1.2.3 Historial Cronológico del Terreno.....	83
5.2.1.2.4 Descripción de los Procesos Productivos más Relevantes.....	84
5.2.1.2.5 Materias Primas y Residuos.....	84
5.2.1.2.6 Sistemas de Protección.....	85
5.2.1.2.7 Geografía y Ubicación.....	85
5.2.1.3 Estudio del Medio Físico.....	87
5.2.1.3.1 Identificación de la Topografía y acceso.....	87
5.2.1.3.2 Climatología Local.....	88
5.2.1.3.3 Contexto Geológico Regional (Estratigrafía, Litología Esperada).....	89
5.2.1.3.4 Existencia y Calidad de Agua Subterránea e Identificación de Cursos de Agua Superficial.....	89
5.2.1.3.5 Caracterización Hidrológica Básica.....	89
5.2.1.3.6 Relación entre Aguas Subterráneas y Superficiales.....	89
5.2.1.3.7 Identificación de Tomas de Agua.....	89
5.2.1.4 Estudio de los Receptores.....	90
5.2.1.4.1 Localización.....	90
5.2.1.4.2. Presencia de Sub-Población Sensible.....	93
5.2.1.4.3. Patrón de actividad de los receptores.....	94
5.2.2 Faena Minera la Petaca.....	96
5.2.2.1 Antecedentes del Sitio.....	96
5.2.2.2 Estudio Histórico.....	97
5.2.2.2.1 Usos del Suelo.....	97
5.2.2.2.2 Plano del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes.....	98
5.2.2.2.3 Historial Cronológico del Terreno.....	99
5.2.2.2.4 Descripción de los Procesos Productivos más Relevantes.....	100
5.2.2.2.5 Materias Primas y Residuos.....	100
5.2.2.2.6 Sistemas de Protección.....	100
5.2.2.2.7 Geografía y Ubicación.....	101
5.2.2.3 Estudio del Medio Físico.....	103
5.2.2.3.1 Identificación de la Topografía y acceso.....	103
5.2.2.3.2 Climatología Local.....	103
5.2.2.3.3 Contexto Geológico Regional.....	104
5.2.2.3.4 Existencia y Calidad de Agua Subterránea e Identificación de Cursos de Agua Superficial.....	104
5.2.2.3.5 Caracterización Hidrológica Básica.....	104
5.2.2.3.6 Relación entre Aguas Subterráneas y Superficiales.....	105
5.2.2.3.7 Identificación de Tomas de Agua.....	105
5.2.2.4 Estudio de los Receptores.....	105
5.2.2.4.1 Localización.....	105
5.2.2.4.2. Presencia de Sub-Población Sensible.....	108
5.2.2.4.3 Patrón de actividad de los receptores.....	109

5.3 FASE 3: Evaluación de Riesgo y Plan de Acción para la Gestión de Suelos con Presencia de Contaminantes de acuerdo a la Información Levantada	112
5.3.1 Propuesta de Evaluación de Riesgo Ambiental de cada sitio.....	112
5.3.1.1 Caracterización del SPPC.....	112
5.3.1.2 Evaluación de la Exposición.	113
5.3.1.3 Evaluación de la Toxicidad	114
5.3.1.4 Caracterización del Riesgo	114
5.3.2 Propuestas de cierre y remediación de acuerdo al potencial riesgo ambiental de cada sitio.	115
5.3.2.1 Generación de una estrategia.....	116
5.3.2.2 Evaluación e Implementación de Propuestas de Alternativas de Remediación	118
5.3.2.2.1 Tecnologías de Remediación.....	118
5.3.2.2.2 Ejemplos de Remediación Ejecutados en Chile	120
6. Conclusiones.....	124
7. Bibliografía.....	126

Índice de imágenes

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN COMUNA DE LAS CABRAS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS	22
ILUSTRACIÓN 2. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	23
ILUSTRACIÓN 3 UBICACIÓN, FAENA MINERA HADES.	60
ILUSTRACIÓN 4. CAMINO DE ACCESO DE FAENA MINERA LA PETACA.....	778
ILUSTRACIÓN 5. IMAGEN GOOGLE EARTH FAENA MINERA HADES A 5.24 KM.	82
ILUSTRACIÓN 6. FAENA MINERA HADES.	85
ILUSTRACIÓN 7. IMAGEN GOOGLE EARTH DE FAENA MINERA HADES A 637 M DE ALTURA..	86
ILUSTRACIÓN 8. COMUNA DE LAS CABRAS EN LA VI REGIÓN.....	86
ILUSTRACIÓN 9. ACCESO A FAENA MINERA HADES.	88
ILUSTRACIÓN 10. ACCESO A FAENA MINERA HADES.	90
ILUSTRACIÓN 11. IMAGEN DE GOOGLE EARTH FAENA MINERA HADES, ALTURA 6 KM.....	91
ILUSTRACIÓN 12. GOOGLE EARTH FAENA LA PETACA 4.72 KM DE ALTURA.	98
ILUSTRACIÓN 13. FAENA MINERA LA PETACA.	101
ILUSTRACIÓN 14. FAENA MINERA LA PETACA A 2.58 KM DE ALTURA.	102
ILUSTRACIÓN 15. COMUNA DE LAS CABRAS EN LA VI REGIÓN.	102
ILUSTRACIÓN 16 ACCESO FAENA MINERA LA PETACA.	103
ILUSTRACIÓN 17. IMAGEN DE GOOGLE EARTH. ACCESO A LA FAENA MINERA LA PETACA.	106
ILUSTRACIÓN 18. IMAGEN DE GOOGLE EARTH FAENA MINERA LA PETACA, ALTURA 4,2 KM.....	107

Índice de tablas

TABLA 1: INFORMACIÓN GENERAL FAENA MINERA HADES	42
TABLA 2: INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL DE FAENA MINERA HADES.....	48
TABLA 3: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA(S) POTENCIAL(ES) FUENTES(S) DE CONTAMINACIÓN DE FAENA MINERA HADES	49
TABLA 4: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA(S) RUTAS DE EXPOSICIÓN DE FAENA MINERA	

HADES.....	53
TABLA 5: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS POTENCIALES RECEPTORES EXPUESTAS DE FAENA MINERA HADES.....	55
TABLA 6: ESQUEMAS DE CONTAMINACIÓN DE FAENA MINERA HADES.....	59
TABLA 7: FUENTE(S) DE INFORMACIÓN DE FAENA MINERA HADES.....	60
TABLA 8: PUNTAJE DE LA FICHA DE FAENA MINERA HADES.....	61
TABLA 9: INFORMACIÓN GENERAL FAENA LA PETACA.....	62
TABLA 10: INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL DE FAENA MINERA LA PETACA..	67
TABLA 11: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA(S) POTENCIAL(ES) FUENTES(S) DE CONTAMINACIÓN DE FAENA MINERA LA PETACA.....	68
TABLA 12: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LA(S) RUTAS DE EXPOSICIÓN DE FAENA MINERA LA PETACA.....	71
TABLA 13: INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS POTENCIALES RECEPTORES EXPUESTOS DE FAENA MINERA LA PETACA.....	75
TABLA 14: ESQUEMAS DE CONTAMINACIÓN DE FAENA MINERA LA PETACA.....	77
TABLA 15: FUENTE(S) DE INFORMACIÓN DE FAENA MINERA LA PETACA.....	78
TABLA 16: PUNTAJE DE LA FICHA DE FAENA MINERA LA PETACA.....	79
TABLA 17: POBLACIÓN POR SEXO E ÍNDICE DE MASCULINIDAD INE.....	81
TABLA 18: POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDADES DE LA COMUNA DE LAS CABRAS.....	93
TABLA 19: NÚMERO DE TRABAJADORES POR ACTIVIDAD DE LA COMUNA DE LAS CABRAS	94
TABLA 20: POBLACIÓN POR SEXO E ÍNDICE DE MASCULINIDAD INE.....	97
TABLA 21: POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDADES DE LA COMUNA DE LAS CABRAS.....	108
TABLA 22: NÚMERO DE TRABAJADORES POR ACTIVIDAD EN LA COMUNA DE LAS CABRAS, FAENA MINERA LA PETACA.....	109

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1. POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDADES DE LA COMUNA DE LAS CABRAS, FAENA MINERA HADES.....	93
GRÁFICO 2. POBLACIÓN TRABAJADORA COMUNA DE LAS CABRAS, FAENA MINERA HADES	96
GRÁFICO 3. POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDADES DE LA COMUNA DE LAS CABRAS, FAENA MINERA LA PETACA.....	108
GRÁFICO 4. POBLACIÓN TRABAJADORA COMUNA DE LAS CABRAS, FAENA MINERA LA PETACA.....	111

1. Introducción.

Los problemas derivados de la contaminación del suelo, producto de las distintas actividades naturales y antrópicas, han dado como principal resultado, un aumento en el menoscabo de los recursos naturales disponibles en el territorio. Durante mucho tiempo, las actividades económicas y productivas, se desarrollaron sin normativas ni restricciones legales para el manejo y derrame de materiales y residuos peligrosos. Por esto, el accionar de los responsables de la actividad consistía en deshacerse de los residuos generados al menor costo, disponiéndolos indiscriminadamente, en sitios sin la debida autorización, es así como se fueron generando a través del tiempo una gran cantidad de suelos contaminados. Sin perjuicio de esto, diversos organismos públicos, como también privados, habían abordado el tema de acuerdo a sus competencias e intereses, sin darle la visión mancomunada y holística que se necesitaba. Es por esto que el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a sus facultades, en conjunto con la Fundación Chile deciden elaborar una metodología de trabajo que aborde el tema. El trabajo comprometido buscaba sincerar las cifras de acuerdo a la degradación existente, a objeto de indagar las técnicas de remediación más eficaces.

En esa instancia, la investigación precedente se enfoca de acuerdo a la metodología mencionada, considerando dos sitios con potencial presencia de contaminantes en la región, producto principalmente de la actividad minera a pequeña escala, la cual es efectuada en varios sectores a lo largo de nuestro territorio, en donde la Región de O'Higgins no es la excepción, más todavía si consideramos que el yacimiento cuprífero El Teniente es la mina subterránea más grande del mundo, y que incluso ya se ha comenzado a explorar vetas a rajo abierto con una producción de más de cincuenta años. Estas actividades económicas a gran escala que muchas veces por su envergadura se ven de cierta forma normadas y fiscalizadas, se diferencia sustancialmente con aquella realizada a menor escala en la cual muchas veces no tiene el resguardo ambiental necesario, ni tampoco los permisos ni fiscalizaciones correspondientes, lo que ocasiona el detrimento de la actividad y el desmedro y depreciación del sitio producto de la contaminación que la actividad económica genera, la cual no es abordada por los responsables de la actividad, como tampoco por aquellos servicios públicos con facultades y competencias en la materia.

2. Marco Conceptual y Referencial

Para el desarrollo y comprensión del trabajo elaborado es importante conocer conceptos básicos de acuerdo al trabajo práctico desarrollado, en función de la metodología aplicada.

Que entendemos de acuerdo a los conceptos desarrollados en esta investigación y como diferentes enfoques metodológicos difieren en algunos términos claves, hacen que en primer término, debamos dilucidar y enmarcar los conceptos, en relación al enfoque metodológico propuesto.

2.1 Marco Conceptual

En primer término los conceptos claves para el desarrollo de este trabajo en función de la metodología propuesta, dice relación con el título de la investigación, que entendemos por evaluación de algún riesgo, como lo medimos, como lo evidenciamos. Por otra parte, que entendemos por sitios contaminados, o más preciso aún , que entendemos por sitios con potencial presencia de contaminantes y como lo abordamos de acuerdo a las diferentes realidades existentes en América latina.

2.1.1 Evaluación de Riesgo Ambiental

El desarrollo de actividades económicas que revisten algún grado de peligrosidad, de acuerdo a las imposiciones normativas propuestas por las autoridades competentes, obligaron al desarrollo de diversas metodologías que abordaran el riesgo asociado a una determinada actividad. De acuerdo a esto Evaluación de Riesgo Ambiental se señala como el procedimiento de análisis de la contaminación potencial presente en un lugar determinado, cuyo objetivo es establecer el riesgo que la misma supone, en el presente o futuro, para los sujetos de protección (poblaciones humanas, ecosistemas u otros recursos, de acuerdo con las características específicas del caso. Golder Associates (2008). En definitiva, su finalidad es entregar elementos para tomar decisiones para la gestión del riesgo y las consecuentes medidas a adoptar.

En consecuencia, la evaluación del riesgo desde el punto de vista medioambiental, es un proceso que debe desarrollarse desde diferentes dimensiones. Lo relevante de esta evaluación es determinar y finalmente analizar la ruta de exposición, la cual nos indicará el grado de exposición a los habitantes circundantes y su potencial afectación al medio ambiente.

2.1.2 Evaluación de Riesgo Ecológico

En el contexto de la evaluación al medio físico, la evaluación de Riesgo Ecológico, se define como el proceso que evalúa la probabilidad de que se produzcan, o se estén produciendo efectos ecológicos adversos como resultado de la exposición de uno o más agentes estresores, como producto del desarrollo de actividades humanas en el ecosistema. CENMA & Chile (2013)

El eje principal del concepto metodológico mencionado, corresponde a potenciales afectaciones a los ecosistemas naturales y a los servicios que estos proveen. De acuerdo al texto Evaluación de Riesgos Naturales, Alba Puig (2010), la salud de un ecosistema puede caracterizarse por el mantenimiento de la biodiversidad y el funcionamiento de los patrones normales de flujo de energía entre niveles tróficos.

2.1.3 Daño ambiental

De acuerdo a nuestra jurisprudencia, el daño ambiental corresponde a toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente a uno o a más de sus componentes (Ley 19.300 Bases Generales de Medio Ambiente). En función de nuestra propia legislación y los procedimientos administrativos respecto a la declaración o no de daño ambiental, este constituye una facultad de los Tribunales Ambientales. En caso de que los Tribunales decreten daño ambiental en el territorio, se deberá proceder con el juicio correspondiente, en ese sentido será el Consejo de Defensa del Estado el que se hará cargo de salvaguardar los intereses que correspondan.

2.1.4 Riesgo

A modo de reseña, y para no confundir conceptos relevantes en esta investigación que probablemente de manera imprecisa creemos conocer, es que se incluye en concepto de riesgo. En primera instancia y de modo genérico, la Real Academia de Lengua Española define el riesgo como una contingencia o proximidad de un daño. El concepto de riesgo, tiene muchas acepciones dependiendo obviamente del estudio en que se trate y del prisma en que se aborde. En nuestro caso tomaremos la definición de GreenLab, D (2012) el cual define al riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso en las personas o al ecosistema.

2.1.5 Ruta de exposición

De acuerdo a la guía de sitios contaminados con potencial presencia de contaminantes, se define a la ruta de exposición, como la vía que tiene una sustancia desde su fuente, es decir, donde comenzó, hasta su punto final, vale decir donde termina, y como la gente puede entrar en contacto con esta determinada vía o quedar expuesta a la misma.

La ruta de exposición de acuerdo a nuestra metodología deberá constar de cinco partes, a saber;

- Una fuente de contaminación, para el caso específico de contaminación, correspondería a ambas minas abandonas objeto de estudio.
- Un medio ambiente y mecanismo de transporte, en este caso, el medio de transporte que hemos identificado correspondería a escorrentía superficial producto de las precipitaciones del sector.
- Un punto de exposición. En el caso en estudio, esta vía correspondería a cursos superficiales formados por pequeñas quebradas adyacentes al sector en donde se emplazan las minas abandonadas.
- Una vía física de exposición: ejemplo, comer, beber, respirar, tocar, etc.

- Y finalmente, una población de receptores: en el caso específico del análisis, es importante indicar que en el piedemonte del cerro en donde se ubican ambas minas abandonadas, se encuentra población, la cual presenta crianza de animales y cultivos en los valles adyacentes.

En definitiva, según concuerdan diferentes autores respecto al riesgo y las vías de exposición, si estos cinco elementos mencionados anteriormente se encuentran presentes, estaríamos hablando de ruta de exposición completa.

2.1.6 Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes. (SPPC)

De acuerdo a nuestra investigación de los sitios en estudio, estos clasifican en la categoría de potenciales contaminantes, debido a que la evaluación que se realizará es de carácter preliminar. Toda vez que tengamos los antecedentes respecto a los análisis de laboratorio (lo cual no es parte de esta tesis) podremos excluir el termino potencial y confirmar la presencia de un determinado contaminante.

De acuerdo a la revisión de la literatura citada a objeto de esta investigación, y principalmente la normativa y estudios encargados por el Ministerio del Medio ambiente de Chile, clasifica a los sitios, de acuerdo a si se encuentran activos y/o con confirmación de la contaminación que presentan, a saber;

- Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC): Lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes. Incluye a suelos abandonados y activos o en operación.
- Suelos con Presencia de Contaminantes: Lugar delimitado geográficamente que mediante una evaluación de riesgo ambiental se ha determinado que existe nivel de riesgo relevante para las personas y el medio ambiente.
- Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes (SAPPC)

2.2 Marco Referencial

Existen múltiples metodologías y experiencias de identificación de sitios contaminados en América Latina, como también diversa son sus formas de análisis y de evaluación del riesgo, tanto ambiental, como ecológico, o para la salud de las personas. Toda esta gama o batería de análisis depende o se adaptan a la realidad de cada país o región, generalmente teniendo presente la coyuntura del momento (desastre natural por ejemplo), presión de la población y/o autoridades, tiempo y recursos comprometidos.

El Marco referencial que se expondrá a continuación dice relación con los análisis y estudios elaborados en Chile, algunos propios, otros adaptados de situaciones extranjeras, y otros diseñados según los propios alcances de situaciones particulares o en algunos casos políticas serias a largo plazo elaboradas en América Latina

En primera instancia, de acuerdo a nuestra normativa nacional vigente podemos destacar de nuestra jurisprudencia, algunas aproximaciones que dieron forma a lo que hoy se regula en esta materia.

2.2.1 Resolución Exenta 1.690/2011

Aprueba la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos Abandonados con Presencia de Contaminantes”. En este documento se define el procedimiento para llevar a cabo parte de las fases que deben desarrollarse cuando se investiga un suelo con estas características (Fase I y Fase II), para su aplicación por el Ministerio del Medio Ambiente en el territorio nacional. Una de las fases consideradas es la de Evaluación del Riesgo.

2.2.2 Resolución Exenta 406/2013

Aprueba la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes” y sus Anexos, que define la metodología de evaluación de riesgo a aplicar para los sitios con presencia de contaminantes, complementando la metodología aprobada por Res. Ex. N°1.690/2011.

2.2.3 D.S 40/2013 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Establece en Art. 3 tipos de proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental...»

- **Letra o.9:** sistemas de tratamiento, disposición y/o eliminación de residuos peligrosos con una capacidad de 25Kg/día para aquellos caracterizados como «tóxicos agudos» y 1000 Kg/día para otros residuos peligrosos.

- **Letra o.11:** Reparación o recuperación de áreas que contengan contaminantes, que abarquen, en conjunto, una superficie igual o mayor a diez mil metros cuadrados (10.000

m²), salvo que se trate de medidas que formen parte de una propuesta de plan de reparación a que se refiere el artículo 43 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, cuyo texto fue fijado por el artículo segundo de la Ley N° 20.417, caso en el cual se aplicará lo dispuesto en dicha disposición y en su Reglamento.

2.2.4 D.S 148: Reglamento sobre Manejo de Residuos Peligrosos

Establece las condiciones sanitarias y de seguridad a que deberá someterse la generación, tenencia y disposición de los residuos peligrosos.

- **Artículo 18**, define residuos peligrosos, el suelo o materiales resultantes de faenas o movimientos de tierras contaminadas por alguno de los constituyentes listados en la Categoría II.
- **Artículo 78**, establece que: La eliminación del suelo calificado como residuos peligrosos podrá hacerse de determinada manera, de acuerdo a la evaluación de riesgos que efectúe en cada caso.

Para tales fines, el interesado deberá presentar un proyecto específico que asegure el control de todos los riesgos que puedan afectar la salud de la población.

Faculta a la autoridad para fijar las restricciones de uso a que quedarán sometidos los suelos así como los procedimientos de monitoreo y mantención de dichos sitios.

2.2.5 Política Nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes

Dentro de los primeros acercamientos, respecto de querer hacernos cargo de forma institucional en relación a los sitios contaminados, la extinta Comisión Nacional del Medio Ambiente, en agosto del año 2009, elabora esta política a objeto de crear las instancias y encauzar los esfuerzos referentes a esta materia. El objetivo de esta Política fue fortalecer la gestión de sitios con presencia de contaminantes en el país, orientada a reducir los riesgos asociados a la salud de la población y al medio ambiente a través de un sistema de gestión coordinado y costo eficiente. Lo anterior, entendiendo la gestión de sitios con presencia de contaminantes, como las actividades asociadas a las etapas de: identificación y confirmación de la presencia de contaminantes; evaluación de riesgos; control, mitigación y seguimiento para la recuperación ambiental de estos sitios, en función de sus respectivos usos futuros.

Esta Política reconoce que el desarrollo sustentable proporciona el marco para la integración de Planes de Acción y Estrategias Ambientales de Desarrollo Social y Económico. Por su parte, es conciente que el crecimiento económico es fundamental para satisfacer distintas necesidades humanas y mejorar así la calidad de vida de la población y el medio ambiente, sin embargo, éste debe estar enfocado en el uso eficiente de los recursos

disponibles. Particularmente en el caso de esta gestión, la Política es una primera y fundamental herramienta de tipo estratégico para enfrentar la problemática de la presencia de contaminantes en suelos y aguas subterráneas de manera sistemática, identificando en una primera instancia sitios con presencia de contaminantes para posteriormente realizar evaluaciones de aquellos riesgos asociados a dichos sitios, y así concluir en una etapa final de control de aquellos que revistan un riesgo significativo a la salud de la población y al medio ambiente. Lo anterior permitirá enfrentar el problema sobre la base de la priorización de manera de realizar una gestión costo eficiente.

2.2.6 Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes

El objetivo de esta metodología fue definir los procedimientos para estandarizar la investigación de los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes en el país, para lo cual se describen las etapas y procedimiento requeridos.

La metodología propuesta dice relación con el mandato otorgado al Ministerio del Medio Ambiente de acuerdo a la Promulgación, en enero del año 2010 de la ley 20.417, que modifica la ley 19.300 Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, el cual en su artículo 70, letra g, establece que es deber del Ministerio mencionado “Proponer Políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo.

La metodología está compuesta por tres niveles o fases. En el primer nivel se realiza la identificación, priorización y jerarquización sistemática de los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) a escala regional, de manera de determinar hacia dónde concentrar los esfuerzos de investigación. En el segundo nivel, a escala sitio-específica, se aborda el estudio del sitio propiamente tal en forma más detallada para efectuar una evaluación preliminar sitio-específica del riesgo. Finalmente, el tercer nivel considera la realización de una evaluación de riesgo, que consiste en un estudio a nivel detallado, y un plan de acción para su gestión. Esto último en caso de que se determine un nivel de riesgo relevante.

2.2.7 Normativa respecto a faenas mineras abandonadas y pasivos ambientales mineros.

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente en 1994 y posteriormente en 1997 el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, nos entregaban las primeras directrices respecto al derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Un considerable número de estas faenas e instalaciones, en el pasado, y hasta antes de la entrada en vigencia del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental contemplado en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, fueron abandonadas por los propietarios u operadores mineros o paralizadas sin la adopción de medidas de seguridad minera o de protección ambiental ni control por parte de las autoridades competentes, constituyendo los llamados pasivos de la minería.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

A partir de la vigencia del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los proyectos mineros deben incorporar en sus estudios de impacto ambiental las medidas que adoptarán para la etapa de cierre y abandono de la actividad minera en la línea de la protección de la vida o salud de las personas y del medio ambiente, todas las cuales, hechas suyas por la resolución de calificación ambiental pasan a constituir exigencias para el titular del proyecto aún con posterioridad al cierre y, por lo mismo, objeto de fiscalización, control y sanción por parte de las autoridades competentes.

Reglamento de Seguridad Minera

El Decreto Supremo N° 132, de 2002, del Ministerio de Minería, que aprueba el Reglamento de Seguridad Minera, incorpora en su Título X, disposiciones regulatorias del cierre de faenas mineras, en virtud de las cuales, se protegen durante la vida de la operación y con posterioridad al cierre de la misma los riesgos y efectos negativos que se pueden generar con la actividad minera y que pueden continuar generándose con posterioridad al cese de las operaciones, en la vida e integridad de las personas.

El objetivo del Reglamento de Seguridad Minera, definido en su primer artículo, es el de “establecer el marco regulatorio general al que deben someterse las faenas mineras de la Industria Extractiva Minera Nacional a objeto de proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ellas, además de proteger las instalaciones e infraestructuras que hacen posible las operaciones mineras, y por ende, la continuidad de sus procesos.

El Reglamento de Seguridad Minera, en su artículo 22, establece que las empresas deberán presentar, antes del inicio de sus operaciones, para la aprobación del SERNAGEOMIN, el

método de explotación o cualquier modificación mayor al método aceptado. Además, deberán presentar un Proyecto de Plan de Cierre de la faena respectiva.

Ley de Cierre de Faenas Mineras e Instalaciones Mineras

La Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. La Ley, obliga a que todas las faenas mineras cuenten con un plan de cierre aprobado por el SERNAGEOMIN, previo al inicio de las operaciones mineras y que debe contener la totalidad de las instalaciones de la faena.

Los objetivos de la ley son:

- Resguardar la Vida, Salud y Seguridad de las Personas y del Medio Ambiente.
- Mitigar los Efectos negativos de la Industria.
- Evitar el Abandono de faenas mineras después del cese de las Operaciones.
- Asegurar la Estabilidad Física y Química de los lugares en que se desarrolle la Actividad Minera.
- Establecer Garantías para el cierre efectivo de las Faenas e Instalaciones Mineras.

Además, la mencionada normativa, contempla la implementación de un plan de cierre, el cual debe corresponder a un proyecto de ingeniería en el cual se presentan un conjunto de medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de la industria extractiva minera, en los lugares en que ésta se realice, de forma de asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones, en conformidad a la normativa ambiental aplicable.

Como podemos observar de acuerdo a lo expuesto, nuestra literatura jurídica nos entrega los parámetros para hacernos cargo de los sitios contaminados de nuestro territorio solo en los últimos diez años aproximadamente. Solo a partir de esa fecha, se entregan las directrices en torno a hacernos cargo del problema. Algo muy similar ocurre para el caso específico de las faenas mineras abandonadas, en el cual se comenzaron en una primera instancia a reforzar algunos cuerpos normativos como el Reglamento de Seguridad Minera y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, hasta llegar a la elaboración de una normativa propia de carácter preventivo, que de alguna manera impida a los titulares o dueños de las faenas mineras a abandonar las faenas sin presentar un plan de cierre concordante con la calidad y cantidad de extracción que se esté realizando del yacimiento.

En definitiva toda nuestra normativa que nos da el marco referencial de cómo se está abordando el tema, tanto en Chile como en Latinoamérica, en el cual se evidencia una mirada preventiva que solo se hace cargo de proyectos futuros, por tanto la gran deuda que

deberá abordarse en los próximos años corresponde a un cuerpo normativo en el cual tanto el Estado, como el privado deberán conseguir los recursos para hacer frente a los pasivos ambientales, no solamente de la industria minera sino de toda actividad productiva que haya generado un impacto en el ecosistema.

3. Estado del Arte respecto a Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes

Los problemas de suelos contaminados producto de las diferentes actividades económicas a través de los últimos años, han instado al estado chileno a enfrentar el tema a objeto de buscar las alternativas de remediación, que de alguna manera intenten subsanar o reparar el daño ocasionado.

Las primeras iniciativas al respecto elaboradas en nuestro país corresponden a una programa piloto realizado en la región de Magallanes, el cual se centraba en el desarrollo de herramientas y estándares de calidad, para la identificación, confirmación y control de sitios contaminados relacionados con la industria de Hidrocarburos presentes en la Región.

Esta iniciativa, se concentra en una guía simplificada que busca exponer de manera práctica los principales procedimientos involucrados en la gestión de Suelos con Presencia de Contaminantes (SPC), los que fueron ideados con un enfoque basado en los riesgos, principalmente, a la salud de las personas. Esto implica que los procedimientos para la identificación, evaluación y control de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes que se presentaron en esta guía, están orientados a la determinación de la presencia de fuentes de contaminación, de vía de exposición y de población humana eventualmente expuesta a los contaminantes, es decir, a corroborar la existencia de los tres eslabones básicos necesarios para que un riesgo sea manifestable (fuente-ruta-receptor) en los suelos en estudio.

Posterior a la iniciativa piloto mencionada, se elabora la Metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos abandonados con presencia de contaminantes para ser aplicada por el Ministerio de Medio Ambiente en todo el territorio nacional, lo que da como resultado final el catastro de todos los sitios con potencial presencia de contaminantes y su identificación, priorización y jerarquización.

De acuerdo a esa misma lógica, afín de seguir ampliando el espectro respecto a definir las acciones a seguir en relación a sitios contaminados o potencialmente contaminante producto de alguna actividad industrial, es que en el año 2015, el Ministerio del Medio Ambiente y la Universidad de Concepción elaboran un documento tendiente a uniformar el trabajo respecto a la evaluación de Riesgo Ambiental del uso de sustancias químicas en actividades económicas de Producción y Servicios. Para eso elabora una guía metodológica en donde se señalan y detallan los pasos que deberán implementarse a objeto de evaluar el riesgo asociado a sustancias peligrosas.

Referente a la normativa aplicable, en noviembre del año 2012, entra en vigencia La Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras año en que también se publica el Reglamento de esta Ley.

De acuerdo a la información proporcionada por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomín), las principales razones que motivaron el desarrollo de esta normativa fueron la ausencia de una normativa específica, que regulara los aspectos negativos de la Industria Minera Extractiva, materializar de cierta forma el concepto de “el que contamina paga”. La empresa minera debe hacerse cargo de las externalidades, e incorporarlas como un elemento más dentro del negocio minero, garantizando financieramente al Estado del cumplimiento de las medidas de cierre comprometidas. Todo esto con el afán de impedir la generación de Nuevas Faenas Mineras Abandonadas.

En definitiva la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, obliga a que todas las faenas mineras cuenten con un plan de cierre aprobado por el Servicio, previo al inicio de sus operaciones y que debe contener la totalidad de las instalaciones de la faena. Un plan de cierre es un proyecto de ingeniería en el cual se presentan un conjunto de medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de la industria extractiva minera, en los lugares en que ésta se realice, de forma de asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones, en conformidad a la normativa ambiental aplicable.

El presente trabajo, se centra en dos sitios contaminados de la región de O'Higgins, analizada de acuerdo al método de gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes, el cual fue implementada a instancias de crear una metodología que aborde esta problemática.

Es por esto, que la información fue elaborada, ordenada y sistematizada de acuerdo a los patrones de análisis y de trabajo de la metodología mencionada, la cual es citada en la elaboración de este trabajo.

4. Metodología

4.1 Identificación del problema

La actividad económica en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, ha generado diversos problemas de contaminación en suelos. Estas actividades derivadas del uso agrícola del territorio como también de la minería, son, sin lugar a dudas las más representativas de la Región.

La comuna de las Cabras tiene, dentro de sus principales usos del territorio, está aquellas destinadas a la agricultura, como también el turismo, producto de la ubicación del lago o Embalse Rapel, que ha llevado a la comuna a diversificar su oferta Turística. Sin embargo, el cordón montañoso que la rodea, ha sido explotado por la pequeña minería, sin las condiciones mínimas de funcionamiento, en cuanto a seguridad laboral, sanitaria y ambiental. Como sabemos, la minería metálica representa una de las actividades con mayor riesgo en cuanto a deterioro medioambiental. El sector en estudio corresponde a dos minas abandonadas, en las cuales no hubo implementación de medidas asociadas a contener los afectos adversos sobre el territorio, como tampoco planes de cierre.

Los lixiviados que genera esta práctica, además de las técnicas artesanales utilizadas en la separación del mineral de la roca, como también los receptores circundantes, permiten estimar que de alguna u otra manera se obtuvo un impacto negativo en el suelo del lugar. Estos impactos producto de las descargas de la actividad minera, son complejos de eliminar, persistiendo en el tiempo, siendo generalmente irreversible.

La minería chilena por su importancia, y además por falta de normativa, ha originado gran cantidad de faenas abandonadas, las cuales representan un peligro para el medio ambiente y también para la salud de las personas

La metodología que se aplicará en el presente trabajo, identificará y contextualizará en tiempo y espacio de manera preliminar, el estado actual de estos dos sitios abandonados, a objeto de analizar socio-ambientalmente el nivel de riesgo que representan, tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente en general.

4.2 Localización y Cobertura del Estudio



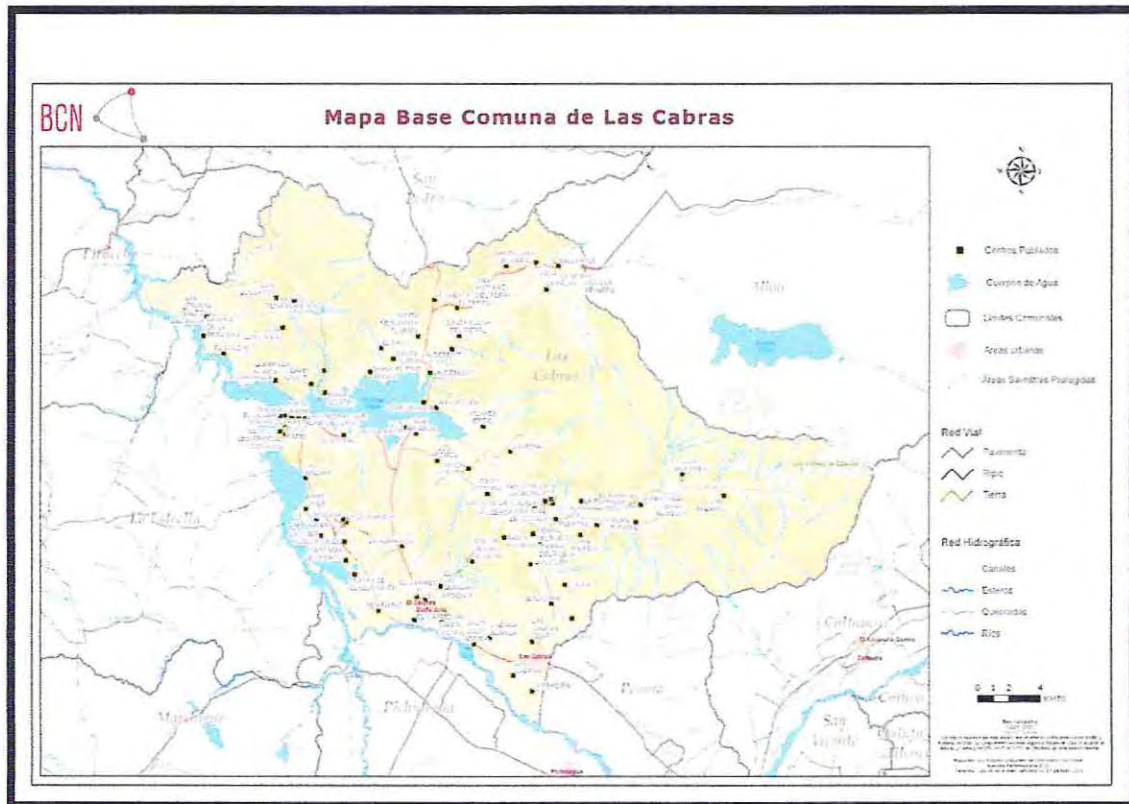
Ilustración 1 Ubicación Comuna de las Cabras en la Región de O'Higgins

La Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, tiene una superficie de 16.387 km², los cuales se encuentran divididos administrativamente en tres provincias: Cachapoal, Cardenal Caro y Colchagua. Limita al Norte con la Región Metropolitana y de Valparaíso, al Sur con la Región del Maule, al Este con Argentina y al Oeste con el Océano Pacífico. La capital regional es Rancagua.

La Comuna de las Cabras se ubica en la provincia de Cachapoal en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta posee una superficie de 763 Km², una población de 20.242 habitantes y una densidad poblacional de 27 hab/km². La comuna ocupa el extremo noroeste de la provincia mencionada, ocupando terrenos de la Cordillera de la Costa y del Valle Central. Los sectores de mayor concentración poblacional son la cabecera comunal de Las Cabras, Llallauquén. El manzano, El Carmen, Santa Inés, Cocalán y Llavería-El Durazno (Datos Censales 2002 proyectados al 2012).



Ilustración 2 Región del Libertador General Bernardo O'Higgins



4.3 Hipótesis de trabajo

La precariedad tecnológica y de conocimiento sumado a la deficiencia de los Instrumentos de Gestión Ambiental, Planificación Territorial y Normativa Asociada que regule las actividades económicas, principalmente de pequeños mineros o pirquineros del sector, contribuyó al deterioro Medioambiental y de calidad de vida, producto de la inadecuada disposición de los residuos generados por parte de esta actividad económica desarrollada en la zona de estudio.

4.4 Objetivo General

- Realizar una identificación y una evaluación de riesgo preliminar a dos sitios abandonados con potencial presencia de contaminantes

4.5 Objetivos Específicos.

- Priorizar y jerarquizar 2 sitios con potencial presencia de contaminantes
- Evaluar de manera preliminar la situación sitio específica del riesgo de contaminación en 2 sitios con potencial presencia de contaminantes.
- Proponer acciones de cierre y remediación de acuerdo al riesgo ambiental de cada sitio

4.6 Plan Metodológico.

4.6.1 Identificar y Priorizar ambos suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.

De acuerdo a la metodología diseñada, la cual se expone en esta investigación, se procederá a realizar un levantamiento de información que nos permita identificar aquellos sitios que demuestren tener un potencial de contaminación.

Posterior a eso, ambos sitios serán priorizados de acuerdo a un cuestionario en el cual se evalué principalmente la exposición a la comunidad y su afectación al medio ambiente.

Una vez que el sitio haya sido priorizado, se procederá a la aplicación de la ficha de inspección, la cual está orientada al levantamiento de información que permita suponer o no la existencia de un riesgo para la salud de las personas.

4.6.2 Evaluar de forma preliminar el (los) sitio –específica del riesgo.

Como hemos mencionado, la investigación desarrollada centra su análisis en la evaluación preliminar del riesgo en ambos sitios de estudio. Este trabajo no aborda el análisis confirmatorio debido a que se debe contar con recursos asociados que implique llevar a cabo una investigación de esa magnitud.

La investigación preliminar consiste en el levantamiento y análisis de la información de ambos sitios de manera cualitativa, y se inicia con la recopilación de antecedentes existentes y el levantamiento de información adicional sobre el Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes, con la finalidad de minimizar los esfuerzos de terreno y orientar mejor el proceso de evaluación sitio-específica, empleando a la vez el mínimo de recursos.

En el punto 5.2, Fase 2 se presenta detalladamente las diferentes actividades que fueron ejecutadas para dar cumplimiento a esta etapa.

4.6.3 Evaluar el riesgo y plan de acción para su gestión.

Para la implementación de esta Fase, la metodología considera el desarrollo de dos actividades principales. La primera consiste en el análisis detallado de los sitios con potencial presencia de contaminantes con el fin de evaluar preliminarmente su riesgo, y la segunda consiste en el desarrollo y ejecución de un plan de alternativas de acción para la gestión del riesgo, en caso de que el nivel del riesgo determinado sea relevante.

5. Evaluación de Riesgo Ambiental

5.1 FASE 1: Identificación, Priorización y Jerarquización de Sitios con potencial Presencia de Contaminantes (SPPC).

5.1.1 Levantamiento de Antecedentes.

A objeto de tener los antecedentes previos al proceso de levantamiento de información, se realizaron una serie de actividades respecto al trabajo en gabinete que nos ayudaron a conocer de manera bibliográfica y cartográfica los sitios en estudio. Diversos servicios públicos fueron oficiados a objeto de entregar antecedentes necesarios respecto a ambos sitios, entre estos podemos destacar el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) entre otros.

Dentro de esa línea, se recurrió a los antecedentes archivados y diseminados por diversos departamentos, en el cual la Ilustre Municipalidad de Las Cabras evidenciaba una incipiente preocupación respecto a la gravedad de la contaminación de estos dos sitios abandonados, por cuanto los sitios estudiados, se encuentran en un entorno natural, que los hace proclive a la contaminación de aguas subterráneas, suelos y cultivos de la zona.

Además, se realizaron entrevistas a los habitantes del sector, muchos de ellos con más de cuarenta años viviendo en el lugar, los cuales, dentro de sus vivencias y aprehensiones, nos entregaron información muy valiosa que nos sirvió para comprender de mejor manera la dinamicidad del sector, tanto en materia económica, cultural y natural.

5.1.2 Identificación y Georreferenciación.

Con el objeto de las interpretaciones cartográficas y el análisis de los mapas disponibles, se procedió a identificar los sitios en estudio. De tal manera se realizó una georreferenciación cartográfica en el cual por intermedio de los Sistemas de Información Geografía (SIG), se procedió con el procesamiento de las imágenes afin de identificar los aspectos relevantes que se investigarán. Lo anteriormente expuesto, tiene relación con que al analizar la cartografía existente podremos determinar los factores del riesgo de contaminación, tales como quebradas, aguas superficiales, habitantes, cultivos en la zonas, animales de pastoreo, etc., es decir cualquier vía de exposición y de evacuación del o los potenciales contaminantes y los potenciales efectos residuales propios de la actividad minera aurífera a pequeña escala, propias de minas de esta envergadura.

Finalmente se usó el software Google Earth 6, como motor de búsqueda de los sitios y de sus SHP (formato solo legible por Arcgis) al formato KMZ, utilizado por google earth. Esta decisión se tomó por la necesidad de integración entre datos e imágenes de satélite, que requería el diagnóstico para conocer la información específica de la ruta de exposición de cada sitio, para estos efectos el software Google Earth 6 era el más idóneo.

5.1.3 Priorización de Sitios.

Para la priorización de los sitios en estudio, de acuerdo a la gran cantidad de sitios con potencial presencia de contaminantes que se encontraron, fue necesario considerar, de acuerdo a nuestra metodología cuatro variables relevantes. Estas variables serán reveladas en extenso de acuerdo a cada sitio en los puntos siguientes, en el cual se expondrán la aplicación y los resultados de la fichas de validación en terreno que se realizaron en cada uno de los sitios.

- A) Población Residente: Población expuesta al foco de contaminación, residente en las cercanías y expuesta a alguna ruta de exposición. Según las evaluaciones de Instituciones Internacionales (Elliot et al.,2001; OMS 2000) los lugares con contaminantes pueden causar problemas en la salud de poblaciones ubicadas a una distancia de hasta 2 km. Por tanto esta variable es considerada de mayor importancia por ser considerada de mayor riesgo.

Esta variable es la de mayor relevancia y se ponderará en base a la distancia. En caso que las personas independientemente de su número den al suelo un uso residencial en un radio igual o inferior a 2 kilómetros a partir del suelo en estudio, se le asignará una prioridad alta y de 2 a 3 kilómetros se le asignará mediana prioridad.

- B) Sistemas Hídricos: Estas corresponden a aguas superficiales tanto naturales o artificiales, vale decir, lagos, lagunas, pantanos, charcas, aguadas, ciénagas, estanques o embalses. Las aguas subterráneas corresponden a aquellas que se encuentran bajo la superficie del terreno en la zona saturada y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.

En caso de que el agua superficial o subterránea, independientemente de la distancia o profundidad, sea una fuente de agua potable para una población se le asignará una prioridad alta, en caso contrario se asignará una mediana prioridad.

- C) Uso del Suelo: Destino que el habitante hace del territorio. Para efectos de la priorización esta variable considera tres usos principales, agrícola, recreacional e industrial/comercial. En estos tres casos se les deberá signar una prioridad mediana.

- D) Ecosistemas sensibles o de alta relevancia: Son aquellos que poseen al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación; áreas protegidas por parte del Estado y/o ecosistema de lata relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan. En caso de una posible afectación a los ecosistemas sensibles o de alta relevancia se asigna una prioridad baja.

No habrá priorización, en el caso que no se presente ninguna de las variables mencionadas.

Una vez definida e identificada las formas en que se presentan las variables precedentes en el suelo, este se clasificará dentro de las prioridades siguientes: alta, mediana, moderada y baja, o directamente no priorizado.

La ficha de validación expuesta en el punto siguiente, nos entrega la información respecto a la alta prioridad que se le asigna a ambos sitios de acuerdo a las variables mencionadas y a la alta jerarquización que se le otorga en relación a la aplicación de la ficha.

5.1.4 Validación en Terreno de los Sitios Priorizados.

5.1.4.1 Ficha de inspección:

La aplicación de la ficha está orientada al levantamiento de información que permita suponer o no la existencia de un riesgo para la salud de las personas. Su aplicación permitirá enfocar la inspección hacia la determinación de la presencia de fuentes de contaminación, vías de exposición, y de población humana eventualmente expuesta a los contaminantes. En síntesis, se deberá determinar la existencia de los tres eslabones básicos para la manifestación de un riesgo, vale decir, fuente, ruta y receptor.

En la realización de esta etapa se utilizó la “Ficha de Inspección de SPPC”, elaborada por la Fundación Chile¹, esta corresponde a una adaptación de fichas elaboradas de muchas experiencias internacionales².

En la Ficha se considera el levantamiento de información general y específica del SPPC, parte de esta información se levantó en gabinete y otra en terreno una vez que se efectúa la visita de inspección.

De modo general, podemos decir que el llenado de la ficha contempla 3 etapas sucesivas, la primera consiste en la recopilación, en gabinete, de la mayor cantidad de información posible relativa al SPPC, esto previo a la inspección. En esta etapa es posible, si se cuenta con toda la información de gabinete, generar el primer cálculo de puntaje y la primera priorización de los sitios. La segunda corresponde a la realización de la visita de inspección con el fin de corroborar la información con la que hasta ese momento se cuenta y para levantar información adicional. En la tercera etapa y final, realizada en gabinete, siendo necesario revisar toda la información con la que se cuenta, cotejar los antecedentes, recopilar aquellos pendientes y proceder finalmente al llenado de todos los campos y al cálculo final del puntaje.

Los antecedentes que, en lo posible, deben ser recabados previamente a la inspección, son:

¹ Guía Metodológica para la gestión de Suelos con potencial Presencia de Contaminantes (Fundación Chile, 2012)

² Elaborada a partir de la experiencia del CETEBS de Brasil (1999), US EPA (Fase de evaluación preliminar – PA preliminar assessment, México (Díaz Barriga, 1999) y España (Junta de Residuos, 1998).

- Las actividades productivas que se han desarrollado en el SPPC y que hacen suponer la potencial presencia de contaminación. Es importante conocer a nivel general los procesos involucrados en la actividad productiva y los contaminantes asociados a la actividad.
- El medio físico en el que se emplaza el SPPC, como la presencia de cursos de agua superficial, la existencia de agua subterránea, de áreas de protección, entre otra información relevante.
- La presencia de potenciales receptores que pudieran verse expuestos a la contaminación, como poblados cercanos, o actividades productivas que se desarrollan en el SPPC o en sus inmediaciones (la presencia de actividades recreacionales, agropecuarias, pesqueras, entre otras).

Información respecto al contenido de la ficha

Este ítem permite recopilar antecedentes globales de la empresa o terreno que servirán para tener una primera aproximación de la situación que se está evaluando. Parte de la información puede llenarse en gabinete y luego ser validada en terreno, debido a que algunos de los antecedentes que se deben registrar son ya conocidos.

La información general se encuentra subdividida en cuatro secciones:

A. Identificación del SPPC:

- **Nombre del SPPC:** Nombre con que es conocido el sitio, el nombre de la empresa que realizaba operaciones o en caso de no poseer información algún topónimo del lugar,
- **Otros nombres asignados al SPPC:** Corresponde al nombre por el que se clasificará en este estudio. Este nombre saldrá del TIPO de sitio que es (Basural, faena minera, etc.) + Nombre de la Comuna + Numero identificador en el caso que en la comuna exista más de algún sitio.
- **Nombre de la Empresa:** Nombre de la empresa o actividad productiva que se emplazó en el lugar.
- **Dirección:** Siempre que sea conocida, de lo contrario una ubicación relativa del lugar.
- **Comuna:** Comuna respectiva
- **PROVINCIA:**

- **Coordenadas:** El Datum usado será WGS 84 HUSO 19S
- B. Información de la Inspección:** Esta sección permite generar un registro temporal y nominativo de la aplicación de la Ficha, ya que considera la inclusión de la Fecha de inspección y de los datos de los evaluadores (Nombre, Institución, Cargo, Correo electrónico y Fono).
- C. Información de los Entrevistados:** El éxito de la aplicación de la Ficha, muchas veces depende de la presencia de alguien que conozca el terreno y/o de las actividades productivas que se desarrollaron en el SPPC, mientras se realiza la inspección. La presencia de un entrevistado con estos conocimientos es deseable, dado que permite recabar antecedentes con mayor facilidad e incluso recopilar algunos que de otra forma no son posibles de conocer. Debe tenerse en cuenta que en los SPPC abandonados la presencia de un entrevistado no siempre es posible, no obstante debe hacerse el intento por conseguir al menos uno que participe en la inspección.
- D. Características Generales del SPPC:** Esta sección recopila los antecedentes generales de la empresa para conocer su historia, y el desarrollo de su actividad productiva habitual y/o de las actividades generadas en el pasado.

De acuerdo a lo anterior en esta sección se registra la siguiente información:

- **Tipo de propiedad** (fiscal o privada) y si esa propiedad se considera un Área protegida.
- **Nombre del(los) propietarios** (persona natural, sociedad u otro)
- **Área aproximada del SPPC** (en unidades de hectáreas): En el caso SPPC abandonados, los límites pueden estar dados por la propiedad, o por consideraciones geográficas. Para ello, se pueden tomar en cuenta las divisorias de agua como posibles límites (micro cuencas o quebradas) o bien alguna barrera natural o artificial, tales como cerros, afloramientos rocosos, caminos, vía férrea, entre otros. Para efectos de calcular el área en los Sitios Abandonados se usó el software Google Earth.
- **Estatus del SPPC** (inactivo o activo y desde que año);
- **Tamaño de la empresa:** No aplica al tratarse de actividades con características de Pasivo Ambiental.
- **Descripción general de la(s) actividad(es) productiva(s) que se han desarrollado en el SPPC**, identificando las etapas principales del (los) proceso(s).

- **Identificación de instalaciones existentes:** La existencia de instalaciones en sitios abandonados, confirmaría las sospechas de la presencia de actividades en los sitios, pero es muy difícil encontrar instalaciones en sitios que han sido abandonados hace muchos años.
- **Existencia de denuncias, inspecciones, accidentes y/o derrames:** El objetivo es recabar antecedentes sobre eventos que hayan marcado algún tipo de irregularidad durante el proceso productivo de la empresa y conocer si estos eventos pueden haber provocado un impacto negativo en el entorno.

Información de la Actividad Industrial

Este ítem permite identificar y describir las actividades industriales que se han desarrollado en el SPPC y sus respectivos procesos potencialmente contaminantes.

A. Proceso Productivo Potencialmente Contaminante

Se debe incorporar información relativa al tipo de actividad(es) que se ha(n) desarrollado en el SPPC, esto en términos generales (por ejemplo, actividad minera asociada a la extracción de minerales o la fundición de los mismos, disposición de residuos no autorizada (basural), entre otras actividades).

También se pide Identificar el(los) proceso(s) industrial(es) potencialmente contaminante(s), para lo cual la Ficha, a modo de orientación, incorpora un listado de procesos, aun cuando se permite también incorporar alguno que no esté contenido en el listado.

Y finalmente se debe, identificar y describir el o los procesos productivos que poseen una mayor probabilidad de ser considerados una Fuente Sospechosa Contaminación, de acuerdo a los antecedentes antes levantados y a lo observado en la inspección.

Información Específica de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación

En este ítem se describe a un nivel más específico la(s) potencial(es) fuente(s) de contaminación, sus procesos relacionados y sus derivados. Es posible que en un SPPC de gran extensión exista más de una potencial fuente de contaminación, aun cuando se prevé que en los SPPC abandonados sea poco común.

Es importante tener presente que una potencial fuente de contaminación puede ser un proceso productivo específico que tiene el potencial de afectar un componente ambiental (fuente primaria) o también puede ser un componente ambiental ya afectado por la presencia de contaminantes que tiene el potencial de afectar a otros componentes ambientales y/o directamente a un receptor (fuente secundaria).

A. Respecto a la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación.

Nombre de la(s) potencial(es) fuente(s) de contaminación: En caso de ser todo el sitio la fuente de contaminación como en un basural, no se llenaría esta información, pero si la fuente se encuentra contenida en alguna parte del sitio, como en faenas mineras o industriales, es necesario especificar las **Coordenadas** del punto central de la potenciales fuentes de contaminación.

B. Respecto de los Materiales Utilizados o Generados en la(s) Fuente(s) de Contaminación

En esta sección se debe señalar toda aquella información que tenga relación con los materiales utilizados o generados en la(s) fuente(s) de contaminación identificada(s).

- **Materias primas e Insumos**, recursos y materiales a partir de los cuales se han obtenido el(los) producto(s).
- **Los productos/subproductos** (bienes producidos o elaborados)
- **Los residuos** (todo material de desecho) derivados del (los) proceso(s).

Se debe establecer si alguna de las sustancias identificadas se considera un **Residuo Peligroso**, una **Sustancia peligrosa** o un **Plaguicida** de uso agrícola (de acuerdo a las normativas D.S. 148³, NCh 382⁴ y D.L. 20.275⁵ respectivamente).

La verificación de (D.S. 148 y D.S. 78⁶), solo se aplicaría en SPPC activos, por lo que no correspondería a este diagnóstico.

- **Cumplimiento de instrumentos de gestión y normativos**, por ejemplo, señalar la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) correspondiente, en caso que la empresa haya presentado un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), o verificar si se cumple con algún permiso sectorial relevante relativo a la antigua actividad productiva específica.
- **Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s)** que podrían aclarar la sospecha de contaminación que recae sobre el sitio estudiado. Se debe justificar este hecho en cada caso.

Además se deben señalar, en caso de sospecha, los **Grupos de contaminantes que podrían estar presentes en el SPPC** (metales y metaloides, sales inorgánicas, agroquímicos no COP's, contaminantes orgánicos persistentes (COP's), hidrocarburos (HC) y aceites minerales).

En esta sección se genera el primer puntaje de esta Ficha. El puntaje máximo de esta sección es **1 punto**:

1. Si no existe sospecha, se asigna un valor de **0**.
2. Si existe sospecha de fuente(s) contaminante (s), se asigna un valor de **0,5**.

3 D.S 148: Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos : Este Reglamento 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.

4NCh 382: Esta norma establece una terminología y una clasificación general de las sustancias peligrosas; incluye, además, un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo que presentan, según su Clase.

5 D.L Nº 20.275: Modifica el decreto ley Nº 3557, de 1981, que establece disposiciones para la protección agrícola, con el objeto de corregir la falsedad en la información declarada.

6 D.S 78: Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas: Este Reglamento se aplica al almacenamiento de sustancias peligrosas. Se entiende por sustancias peligrosas las señaladas por la NCh 382 Of. 2004.

3. Cada grupo de contaminantes señalados en la Ficha, tienen asociado un valor estándar de 0,1, los cuales deben ser adicionados en forma consecutiva de acuerdo al(los) grupo(s) de contaminantes que se encuentre(n) en el SPPC.

A modo de ejemplo, si en un SPPC existe la Sospecha de una Fuente Contaminante (valor de 0,5), debido a que podría estar liberando tres grupos de contaminantes: metales y metaloides (valor 0,1), agroquímicos no COP's (valor 0,1) e hidrocarburos (0,1), en este caso este ítem tendría asociado un puntaje de 0,8.

Este puntaje indica la necesidad de continuar con el proceso investigativo y por ende con la aplicación de la Ficha de Inspección de SPPC, y además servirá para el cálculo del puntaje final, que se encuentra en el último ítem de la Ficha de Inspección.

Según la ficha empleada por Fundación Chile, y en la que se basa esta investigación, en este punto si la suma de los puntajes nos da 0 (cero), se debería descartar el SPPC. Pero en el caso de sitios abandonados, como basurales clandestinos, es necesario recabar más información antes de descartar el sitio por qué no se asocia la sospecha a algún contaminante. En la última revisión de antecedentes, se debiera entonces descartar el sitio si no mantiene sospecha.

Información Específica de la(s) Ruta(s) de Exposición

Este ítem incorpora un levantamiento de antecedentes referidos a los componentes ambientales que pudiesen estar siendo afectados por la potencial fuente de contaminación y que por tanto podrían constituir vías de transporte de los contaminantes hacia los receptores. Incorpora las rutas de exposición: Suelo, Agua Subterránea, Agua Superficial, Aire y Otras rutas de exposición.

En este ítem se genera el segundo puntaje parcial de la Ficha de Inspección, debido a que se otorga un valor a cada una de las rutas de exposición identificadas.

A. Ruta de Exposición Suelo: esta sección incorpora información relativa al (los) **Uso(s) anterior(es) del terreno**, así se cuenta con evidencia sobre la existencia de **Suelo potencialmente impactado** y su área, a la presencia de **Suelo con recubrimiento impermeable** (losa, pavimento, estabilizante u otro recubrimiento que permita proteger el suelo) y su porcentaje respecto del total del área evaluada, y a la presencia de **Suelo erosionado** y su porcentaje respecto del total del área evaluada.

B. Ruta de Exposición Agua Subterránea: esta sección reúne información relativa a la **presencia de agua subterránea** en el SPPC, que dice relación con su **profundidad** y a **como fue establecida** (a través de la medición de un pozo cercano, mapas o consulta local). Además se debe verificar la existencia de **pozos de extracción de agua subterránea**, su

distancia al sitio en estudio y el **uso** que se le da al agua (si es agua potable, para riego, uso recreacional, industrial, no aplica u otro).

C. Ruta de Exposición Agua Superficial: en relación al agua superficial, se debe consignar si existe agua superficial, cual es la **distancia al curso de agua superficial más cercano** (en metros); especificar **Tipo de cuerpo de agua** (si es un río, lago, laguna, embalse, canal u otro); e identificar el **Uso del agua superficial** (agua potable, riego, recreacional, industrial, no aplica, otro).

D. Ruta de Exposición Aire: en relación a la contaminación del aire se debe señalar si existen sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s) y si estas corresponden a Material Particulado (MP) y/o Gases. Además, si es posible, se debe detallar el tipo de MP (MPS, MP 10, MP 2,5 u otros) y de gases (COVs, SO₂, NO_x, entre otros).

En el caso de los sitios abandonados es difícil encontrar ejemplos que presenten transporte de contaminantes por aire, debido a la inactividad de sus procesos. También debido a la antigüedad de estos procesos, si se encuentran al aire libre, la vegetación ha estabilizado las áreas descubiertas, ya que son más susceptibles a entregar carga de material contaminante al viento presente en la zona.

E. Otras Potenciales Rutas de Exposición: esta sección de la Ficha permite identificar e incluir otras actividades que se desarrollen en un radio de 3 kilómetros del terreno investigado y que puedan ser un medio de exposición de la contaminación hacia algún receptor. Se deberá verificar si existen **Actividades Agrícolas, Pesqueras, Pecuarias u Otras**.

F. Resumen de las Rutas de Exposición Identificadas: en esta sección resumen, se debe indicar cada uno de los medios potencialmente impactados, a partir de los cual se calcula el segundo puntaje de la Ficha.

El puntaje máximo de esta sección es **1 punto** y está distribuido según el nivel de exposición preliminar que se estima a partir de cada uno de los medios potencialmente impactados:

1. Agua de Consumo Humano (superficial y/o subterránea) con un valor de **0.2**.
2. Aire con un valor de **0.2**.
3. Suelo con un valor de **0.15**.
4. Agua Superficial (uso recreacional, riego, industrial) con un valor de **0.15**.
5. Frutas y Hortalizas con un valor de **0.1**.

6. Peces con un valor de 0.1.
7. Lácteos y Carnes con un valor de 0.05.
8. Sedimentos con un valor de 0.05.

Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestos

La información específica de los receptores tiene relación con las personas que residen o desarrollan una actividad en las cercanías de la(s) fuente(s) potencialmente contaminante(s) y la información general relativa a los receptores ecológicos.

Esta etapa otorga el tercer puntaje de la Ficha de Inspección, se asigna un valor a los receptores (población humana) que pudiesen verse afectados por la potencial contaminación ya sea porque residen o trabajan en el SPPC o en sus cercanías. Esto se calcula en base a la distancia y a la cantidad de población de la que se trate.

A. Receptores: Actividades Desarrolladas en las Cercanías: Se debe indicar la Accesibilidad de personas al suelo en estudio y la presencia de Población humana potencialmente expuesta. En el caso de que existan residentes, se debe indicar:

- **Nombre del poblado,**
- **Distancia a la fuente potencial de contaminación,**
- **Número aproximado de habitantes,**

En el caso de que existan trabajadores, se debe indicar la Actividad que desarrollan, la Distancia al sitio, el Número aproximado de trabajadores, su Jornada laboral y el Equipo de protección personal que emplean. Para el caso de este diagnóstico, lo más cercano a esta información será encontrarse con trabajadores en calidad de cuidadores del sitio, en faenas productivas paralizadas.

Adicionalmente se debe efectuar una descripción de información sobre sintomatologías (si existiese) o enfermedades laborales asociadas a la potencial fuente de contaminación. Finalmente se debe indicar información relativa a la Presencia de al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación, de áreas protegidas por parte del Estado y/o de ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan.

- B. Resumen de las Rutas de Exposición Identificadas:** En esta sección resumen, se debe indicar si existen receptores potencialmente impactados, a partir de lo cual se calcula el tercer puntaje de la Ficha. Este último solo se relaciona con los receptores humanos, los receptores ecológicos por el momento no tienen asignado un puntaje.

El puntaje máximo de esta sección es 1 punto y está dado por la distancia de los receptores humanos más cercanos y la cantidad total de población humana potencialmente afectada, de acuerdo a lo siguiente:

Distancia Personas Expuestas	Puntaje
0 – 1,5 km	0.6
1,5 – 3 km	0.4

Cantidad de Personas Expuestas	Puntaje
> 100.000	0.4
100.000 – 10.000	0.3
10.000 – 1000	0.2
<1.000	0.1

Esquemas

En este ítem se debe incluir un croquis y completar información relativa a fuentes, rutas y receptores identificados en el SPPC y una tabla resumen para orientar la elaboración del modelo conceptual preliminar.

- **Croquis Esquemático:** se debe efectuar un bosquejo en el que se indique la fuente de contaminación, las vías de exposición y los receptores o bienes a proteger.

- **Croquis de Ubicación:** En esta investigación se incluyó un croquis de ubicación espacial que muestra al sitio y a su entorno, se usó una imagen de Google Earth para facilitar la búsqueda de los sitios en terreno.
- **Modelo Conceptual Preliminar:** en la tabla se deben señalar la(s) fuente(s) de contaminación, el (los) medio(s) ambiental(es) potencialmente contaminado(s), la(s) vías de exposición (formas de contacto con el receptor según el medio donde esté el contaminante) y los receptores.

Fuente (s) de Información

En este ítem se deben incluir las fuentes de información utilizadas en el levantamiento de información del SPPC de interés.

Puntaje de la Ficha

Este último ítem corresponde a un resumen de toda la información recopilada en las secciones 3.11, 3.12, 4.14 y 5.5 de la Ficha de Inspección.

Para el cálculo final del puntaje se considera el producto de las sumatorias de la Fuente (F), Ruta de Exposición (Ru) y Receptor (Re). Luego de calcularse el producto de estos factores, debe multiplicarse por 100 y dividirse por 3 (puntaje máximo). El valor final del cálculo, permite asignar una magnitud al SPPC priorizado en forma de porcentaje, que se relaciona con el riesgo preliminar a la salud humana. Todos aquellos SPPC que arrojen un puntaje distinto de 0, se recomienda que sean investigados con mayor detalle.

Cabe mencionar que los campos que inciden en el puntaje se consideran obligatorios de llenar. El resto de los campos es recomendable que sean completados, debido a que permiten el levantamiento de información adicional, relevante de considerar y analizar. En caso que se constate una falta importante de información, se recomienda ir nuevamente a la etapa de recopilación de información.

Por otra parte, y para interpretar cada uno de los ítems nombrados anteriormente, se debe considerar lo siguiente:

- El puntaje máximo será de 100% (cuando se obtenga el máximo de 3 puntos).
- Para poder definir un listado jerarquizado de SPPC, se considerará el siguiente criterio:

Puntaje	Descripción
0 – 30%	Baja Jerarquía
30 – 60%	Mediana Jerarquía
60 – 100%	Alta Jerarquía

Lo anterior, permitirá focalizar los esfuerzos en aquellos SPPC que ponderen un mayor porcentaje (alta jerarquía) y que requieran necesariamente continuar con la Investigaciones sitio-específicas.

Clasificación según Puntaje Ficha.

De esta manera se logra obtener una primera clasificación de sitios, recopilando toda la información en gabinete, para tener un panorama claro de los sitios que clasifican como sitios abandonados y cuales necesitan validar información en terreno.

5.1.5 Jerarquización de SPPC Abandonados.

A continuación, presentaremos los resultados de la aplicación de la ficha de inspección en ambos sitios, en el cual se detalla y explica, la información mencionada anteriormente.

5.1.5.1 Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminante (SPPC) –Faena Minera Hades

Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminante (SPPC) - FAENA MINERA HADES

Tabla 1: Información General Faena Minera Hades

A. IDENTIFICACIÓN DEL SPPC		
1.1	Nombre del SPPC	Faena Minera Hades
1.2	Otro(s) nombre(s) asignado(s) al SPPC	Faena Minera Las Cabras 2
1.3	Nombre(s) de la(s) Empresa(s) (pasada o actual)	S/I
1.4	Dirección	Ruta H-780, hacia camino las Palmerías, sector San Andrés
1.5	Comuna	Las Cabras
1.6	Provincia	Cachapoal

1.7	Código CIUU (en caso de SPPC activo)	No activo	
1.8	Coordenadas	Este: 289914	Norte: 6210244
		DATUM WGS 84HUSO19	

B. INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN

1.9 Fecha de Inspección (día/mes/año): 12 / Julio / 2016

1.10	Datos	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3
	Nombre	Emilio López		
	Institución	Pública		
	Cargo (Relación con la inspección)	Profesional		
	Correo electrónico	Lopez.emilio8@gmail.com		
	Fono			

C. INFORMACIÓN DE LOS ENTREVISTADOS

1.11	Datos	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
	Nombre	Juan Pérez		
	Relación con el SPPC (habitante, trabajador, dueño, representante de municipalidad u otra institución, otro)	Habitante del sector		

Institución/Cargo/ Función (en caso que aplique)	No Aplica		
Correo electrónico	S/I		
Fono	S/I		
Observaciones: Sin Observaciones			

D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SPPC

1.12	Tipo de Propiedad	☐ Fiscal ☒ Privada ¿Área Protegida? _____
1.13	Nombre(s)del (los) Propietario(s) (persona natural, sociedad u otro)	Juan Villalón Cabezas Juan Y Otros (Reserva Cora 9 Los Maitenes De Cocalán)
1.14	Área Aproximada (Ha Cerco u otra delimitación)	79.2 Há, del predio
1.15	Estatus del SPPC	☒ Inactivo ☐ Activo Desde el año: S/I
1.16	Tamaño de la Empresa (actual o pasada)	Por ventas anuales en UF : S/I Nº de Trabajadores : S/I
1.17	Descripción General de la(s) Actividad(es) Productiva(s) que se han Desarrollado, Identificando las Etapas Principales del(los) Proceso(s): - En la inspección realizada a la mina se logra visualizar la precariedad del trabajo y explotación de la mina , la cual consistía en la extracción de oro, si medidas de seguridad ni de resguardo al medioambiente	
1.18	Identificación de Instalaciones Existentes, destacando aquellas de especial importancia ⁷ : - Se desconoce la existencia de instalaciones, faena abandonada.	

⁷ Instalaciones o sectores afectados por accidentes o derrames, de tratamiento de residuos y/o almacenamiento temporal, entre otras.

1.19

¿Existencia de Denuncias, Inspecciones, Accidentes y/o Derrames? ☐ SI ☐ NO ☒ S/I

Describir:

Tabla 2: Información de la Actividad Industrial de Faena Minera Hades

A. PROCESO PRODUCTIVO POTENCIALMENTE CONTAMINANTE		
2.1	Tipo de Actividad(s) que se ha(n) desarrollado en el SPPC: - Extracción de Oro	
2.2	Identificación de(los) Proceso(s) Industrial(es) Potencialmente Contaminante(s)	☐ Almacenamiento de derivados de hidrocarburos (aceites usados, aceites minerales,). ☐ Almacenamiento de Mineral ☐ Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios ☐ Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos ☐ Almacenamiento de Combustible ☐ Almacenamiento y/o distribución de Combustible Anterior a 1996 ☐ Almacenamiento y/o distribución de Combustible Posterior a 1996 ☐ Amalgamación ☐ Chancado ☐ Cianuración ☐ Depósitos de Escoria ☐ Depósitos de Relaves ☐ Depósitos de Cenizas ☒ Desmonte/estéril ☐ Fundición ☐ Fusión/conversión ☐ Flotación y concentración de Metales ☐ Generación eléctrica (carbón, diesel, petcoke, gas u otros) ☐ Generación y quema de metano ☐ Incineración ☐ Lixiviación ☐ Lavadero ☐ Molienda ☐ Piscina evaporación ☐ Precipitación ☐ Refinación ☐ Refinería y almacenamiento de combustibles. ☐ Sistema de Transporte Relaves y/o Concentrados ☐ Sistema de Transporte de hidrocarburos y derivados ☐ S.X.E.W (Extracción por disolvente/extracción electrolítica)

	☐ Depósitos de Ripio de lixiviación ☐ Extracción de Hidrocarburos ☐ Fertilizantes y/o aplicación de Plaguicidas y/o almacenamiento	☐ Teñido de textiles ☐ Tintas y material de imprenta (tonner) de impresoras ☐ Tostación ☐ Vertederos de residuos ☐ Otro _____
2.3	Identificar y describir el o los procesos productivos que poseen una mayor probabilidad de ser considerados una Fuente Sospechosa Contaminación: - Se presenta un desmonte en el área de la faena, se ignora la presencia de restos de mineral.	

Tabla 3: Información Específica de la (s) Potencial (es) Fuentes (s) de Contaminación de Faena Minera Hades

A. RESPECTO DE LA(S) POTENCIAL(ES) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN				
3.1	Nombre de la(s) Potencial (es) Fuente(s) de Contaminación	1. No aplica, todo el sitio corresponde a la fuente. 2. 3. 4.		
3.2	Coordenadas del Punto Central de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación	1. 2. 3. 4.	Coordenada Este:	Coordenada Norte :
DATUM WGS 84 - HUSO 19				

B. RESPECTO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS O GENERADOS EN LA(S) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN

3.3	¿Cuáles son las Materias Primas e Insumos ⁸ ? - No Aplica, corresponde a una faena minera.	
3.4	¿Cuáles son los Productos y Subproductos ⁹ ? - Oro, subproducto desconocido.	
3.5	¿Cuáles son los Residuos ¹⁰ ? - No se encontraron relaves, ni piscinas de lixiviación.	
3.6	¿Alguna de estas sustancias se considera una sustancia peligrosa (NCh 382) o plaguicida de uso agrícola (D.L. 20.275SAG)? ☐ X No ☐ Si, ¿Cuáles?	
3.7	¿Ya sea en el almacenamiento, transporte y/o disposición de esta sustancia está implementado el DS 78 de MINSAL (almacenamiento), y/o el DS148 de MINSAL (disposición) ? (solo para SPPC activos) ☐ Si (verificar cumplimiento) ☐ No ☒ No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.	
3.8	Verificación DS148 (solo para SPPC activos)	Registrar el número de resolución sanitaria y vigencia, empresa que realiza el transporte y disposición de residuos si corresponde, así como el destino final de los mismos: - No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.
3.9	Verificación DS 78 (solo para SPPC activos)	Indicar medidas de almacenamiento aplicadas o en proceso de implementación: - No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.

⁸ Materias Primas e Insumos: recursos y materiales a partir de los cuales se han obtenido el(los) producto(s).

⁹ Productos y Subproductos: bienes producidos o elaborados.

¹⁰ Residuos: todo material de desecho.

3.10	¿Cumple con los instrumentos de gestión y normativos que le correspondan (RCA, permisos sectoriales, otro)? ☐ SI ☒ NO Incorporar los antecedentes:
------	---

En base a la información recopilada en terreno establezca si alguna de las **Potenciales Fuentes de Contaminación**, podría constituir una **Fuente Sospechosa de Generar un Suelo con Presencia de Contaminantes**, ya sea por un mal manejo de la misma u otro de los componentes evaluados. Se recomienda completar este campo luego de la inspección del sector y levantamiento de toda la **Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes**.

C. SOSPECHA DE FUENTE(S) CONTAMINANTE(S)

3.11	Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s) ¹¹	☒ Con sospecha ☐ Sin sospecha Justificación (en ambos casos): - Aunque no se realizó lavado de oro en el sitio, existe la posibilidad de que naturalmente se halla lavado restos del mineral.
3.12	En caso de Sospecha, se asocia a ¹² :	☒ Metales y metaloides ☐ Sales inorgánicas ☐ Agroquímicos(no COP's) ☐ HC y aceites minerales ☐ Contaminantes orgánicos persistentes (COPs)

¹¹ 1º puntaje: Con sospecha: 0.5, Sin sospecha: 0.

¹² 2º puntaje: Cada grupo de contaminantes tiene asociado un puntaje estándar de 0.1.

Tabla 4: Información específica de la(s) Rutas de Exposición de Faena Minera Hades

A. RUTA DE EXPOSICIÓN: SUELO	
4.1	¿Hubo uso(s) anterior(es) del terreno?: ☒ SI ☐ NO En caso afirmativo, señalar cual(cuales): Agrícola
4.2	Suelo potencialmente impactado: ☒ SI ☐ NO Área (Ha): No se pudo calcular con la imagen satelital
4.3	Suelo con recubrimiento Impermeable (losa, pavimento, estabilizante, otros) %: 0
4.4	Suelo Erosionado (grietas, suelo desnudo, otros) %: 100, informe del SERNAGEOMIN hace alusión a desmonte en faena.

B. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUBTERRÁNEA	
4.5	¿Existe agua subterránea? ☐ SI, Profundidad (m): _____ ☐ NO XS/I
4.6	¿Cómo fue establecida la Profundidad? ☐ Medición de pozo cercano ☐ Mapas ☐ Consulta local XS/I
4.7	¿Existe algún pozo de extracción de agua subterránea en el sitio y/o alrededores? (hasta un máximo de 3 Km) ☐ SI, Distancia (m): _____ ☒ NO Uso(s) que se le da(n) al agua subterránea: ☐ Agua Potable ☐ Industrial ☐ Riego ☐ No aplica ☐ Recreacional ☐ Otro _____

C. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUPERFICIAL

4.8 ¿Existe agua superficial? (hasta un máximo de 3 Km) ☒ SI ☐ NO

4.9 Distancia al curso de agua superficial más cercano (m): 1180m.

4.10 Especificar tipo de cuerpo de agua: Estero Quilicura.
(río, lago, laguna, embalse, canal)

4.11 Uso del agua superficial:

☐ Agua Potable ☐ Industrial

☒ Riego ☐ No aplica

☒ Recreacional ☐ Otro _____

D. RUTA DE EXPOSICIÓN: AIRE

4.12 Existen sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s):

☐ SI, Material Particulado Indicar tipo: _____

☐ SI, Gases Indicar tipo: _____

☒ NO

E. OTRAS POTENCIALES RUTAS DE EXPOSICIÓN:

4.13 En un radio máximo de 3 Km:

☒ Actividad Agrícola (frutas y Hortalizas)

☐ Actividad pesquera

☐ Actividad Pecuaria (Crianza Animales y producción láctea) ☐ Otras Actividades

F. RESUMEN DE LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADAS

4.14 Medios Potencialmente Impactados (puede ser más de uno)¹³:

- | | |
|---|---|
| ☐ Agua de consumo humano (superficial y/o subterránea) | ☐ Aire |
| ☒ Suelo | ☒ Frutas y Hortalizas |
| ☒ Agua Superficial (uso recreacional, riego industrial) | ☐ Peces |
| ☐ Sedimentos | ☐ Lácteos y Carnes |

Tabla 5: Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestas de Faena Minera Hades

A. RECEPTORES: ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS CERCANÍAS

(A un radio máximo de 3 Km alrededor de la(s) Fuente(s) Potencial(es) de Contaminación)

- | | |
|-----|--|
| 5.1 | ¿El SPPC es Accesible al Público? ☒ SI ☐ NO |
| 5.2 | ¿Población Humana Potencialmente Expuesta? ☒ SI ☐ NO
(hasta un máximo de 3 Km) |
| | Residentes. |
| | Nombre del poblado: Cocalán

Distancia al sitio (m): 1500m.

Número aproximado de habitantes: <1000 |

¹³° puntaje: Agua de consumo humano (superficial o subterránea): 0.2, Aire: 0.2, Suelo: 0.15, Agua Superficial (uso recreacional, riego, industrial): 0.15, Frutas y Hortalizas: 0.1, Peces: 0.1, Lácteos y Carnes: 0.05, Sedimentos: 0.05.

Trabajadores.

Actividad que desarrollan: **No se desarrollan actividades, corresponde a un Pasivo Ambiental.**

Distancia al sitio (m):

Número aproximado de trabajadores:

Jornada Laboral o Turno: Horas/Mes: _____ Turno: _____

Equipo de Protección Personal:

☐ Casco

☐ Guantes

☐ Mascarilla (tipo.....) ☐ Buzo térmico / overol

☐ Zapatos de Seguridad

5.3

Descripción de información sobre sintomatologías (si existiese) o enfermedades laborales asociadas a la potencial fuente de contaminación:

5.4	¿Presencia de al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación, de áreas protegidas por parte del Estado y/o de ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan? En caso afirmativo, señalar. - Relictos de bosque esclerófilo en quebrada Distancia Aprox. 100. - Se encuentra el Sitio Prioritario “Ladera Nororiental Cordillera de la Costa y Colocan”, con las siguientes características: -1 ave amenazada (hued hued castaño). -2 anfibios amenazados (A. nodosus, C. caudiverbera). -1 mamífero amenazado (L. colocolo). - 31 plantas vulnerables. -13 plantas en peligro. -Biota: Bosque caducifolio de Santiago, Matorral espinoso de la cordillera de la costa, Bosque esclerófilo costero. -Riqueza: Centro de riqueza de mamíferos y reptiles. -COMUNAS: Las Cabras, Peumo, Coltauco, Doñihue, Rancagua, Graneros, Mostazal.
-----	--

B. RESUMEN DE LOS RECEPTORES IDENTIFICADOS

5.5 Receptores Potencialmente Impactados (puede ser más de uno):

X Residentes ☐ Trabajadores X Receptores ecológicos

Distancia al SPPC de receptores humanos más cercanos (m)¹⁴: 1500m.

Número total de receptores humanos potencialmente expuestos ¹⁵: <1000

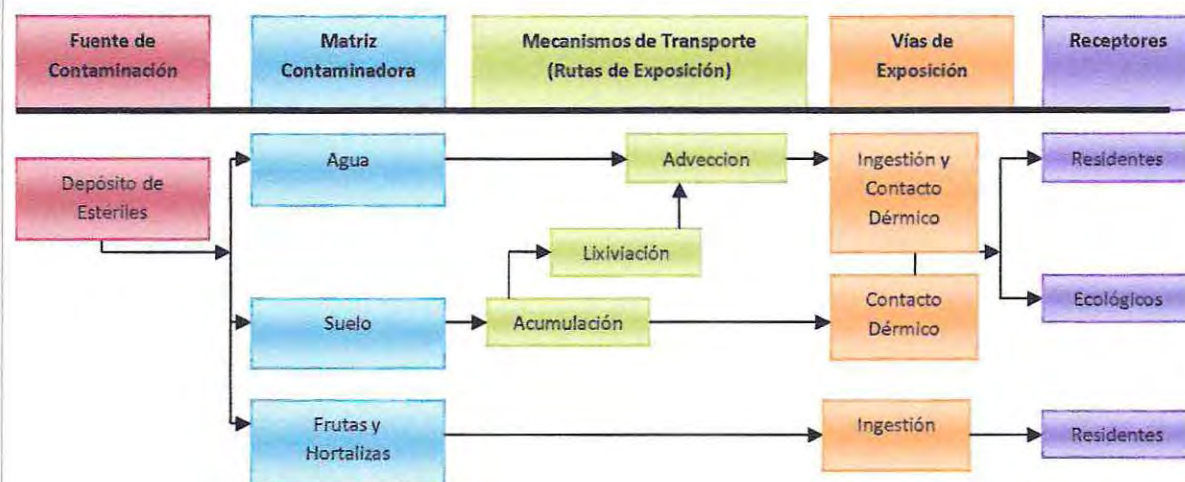
¹⁴ 4º puntaje: Distancia receptores, 0-1,5 km: 0,6, 1,5-3 km: 0,4.

¹⁵ 4º puntaje: Cantidad de Personas Expuestas: >100.000 = 0,4; 100.000 – 10.000 = 0,3; 10.000 – 1.000 = 0,2; <1.000 = 0,1

Tabla 6: Esquemas de contaminación de Faena Minera Hades

A. CROQUIS ESQUEMÁTICO

Indicar fuente (s) de contaminación, vía(s) de exposición y receptores o bienes a proteger:



B. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR

Fuente de Contaminación	Componente(s) Ambiental(es) con Potencial Presencia de Contaminantes	Vía de Exposición	Receptores
Depósito de Esteriles	☒ Agua Sup. ☒ Suelo ☐ Agua Sub. ☐ Aire ☐ Sedimento ☒ Frutas y Hortalizas ☐ Peces ☐ Lácteos y Carnes	☒ Ingestión ☐ Inhalación ☒ Contacto Dérmico	☒ Residente ☐ Trabajador ☒ Ecológicos
	☐ Agua Sup. ☐ Suelo ☐ Agua Sub. ☐ Aire ☐ Sedimento ☐ Frutas y Hortalizas ☐ Peces ☐ Lácteos y Carnes	☐ Ingestión ☐ Inhalación ☐ Contacto Dérmico	☐ Residente ☐ Trabajador ☐ Ecológicos

C. CROQUIS DE UBICACIÓN



Ilustración 3 Ubicación, Faena Minera Hades.

Tabla 7: Fuente(s) de Información de Faena Minera Hades

A. FUENTES DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

- ☒ Cartografía ☒ Estudios Previos
- ☐ Análisis en Laboratorio ☒ Inspección de Campo
- ☒ Otra: Informe Pasivos Ambientales SERNAGEOMIN

Observaciones:

Tabla 8: Puntaje de la Ficha de Faena Minera Hades

A. CÁLCULO DEL PUNTAJE(obligatorio de completar)				
Fuente(F)	Ruta(Ru)	Receptor (Re)	Cálculo Puntaje	Puntaje Total
$0 \leq 0,5 + \sum F_i$	$\sum Ru_i$	(Dis. + Hab.)	$(F + Ru + Re) * 100/3$	(%)
0.6	0.4	0.7	$(0.6+0.4+0.7) * 100/3$	57

**5.1.5.2 Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia Contaminantes (SPPC)
–Faena Minera La Petaca.**

Tabla 9: Información General Faena La Petaca

A. IDENTIFICACIÓN DEL SPPC		
1.1	Nombre del SPPC	Faena Minera La Petaca
1.2	Otro(s) nombre(s) asignado(s) al SPPC	Faena Minera Las Cabras 1
1.3	Nombre(s) de la(s) Empresa(s) (pasada o actual)	S/I
1.4	Dirección	Ruta H-780, hacia camino las Palmerías, sector San Andrés
1.5	Comuna	Las Cabras
1.6	Provincia	Cachapoal
1.7	Código CIUU (en caso de SPPC activo)	

1.8	Coordenadas	Este: 290498	Norte: 6210674
		DATUM WGS 84HUSO19	

B. INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN

1.9	Fecha de Inspección (día/mes/año): 12 / Julio / 2016			
1.10	Datos	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3
	Nombre	Emilio López		
	Institución	Pública		
	Cargo (Relación con la inspección)	Profesional		
	Correo electrónico	Lopez.emilio8@gmail.com		
	Fono			

C. INFORMACIÓN DE LOS ENTREVISTADOS

	Datos	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
1.11	Nombre	Juan Pérez		
	Relación con el SPPC (habitante, trabajador, dueño, representante de municipalidad u otra institución, otro)	Habitante del sector		
	Institución/Cargo/ Función (en caso que aplique)	No Aplica		
	Correo electrónico	S/I		
	Fono	S/I		

Observaciones:

D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SPPC

1.12	Tipo de Propiedad	☐ Fiscal ☒ Privada ¿Área Protegida? _____
1.13	Nombre(s)del (los) Propietario(s) (persona natural, sociedad u otro)	Juan Villalon Cabezas Y Otros (Reserva Cora 9 Los Maitenes De Cocalán)
1.14	Área Aproximada (Ha Cerco u otra delimitación)	79,2 Há, del predio
1.15	Estatus del SPPC	☒ Inactivo ☐ Activo Desde el año: S/I
1.16	Tamaño de la Empresa (actual o pasada)	Por ventas anuales en UF : S/I Nº de Trabajadores : S/I
1.17	Descripción General de la(s) Actividad(es) Productiva(s) que se han Desarrollado, Identificando las Etapas Principales del(los) Proceso(s): - Extracción de Oro.	
1.18	Identificación de Instalaciones Existentes, destacando aquellas de especial importancia ¹⁶ : - Se desconoce la existencia de instalaciones, faena abandonada.	

¹⁶ Instalaciones o sectores afectados por accidentes o derrames, de tratamiento de residuos y/o almacenamiento temporal, entre otras.

¿Existencia de Denuncias, Inspecciones, Accidentes y/o Derrames? ☐ SI ☐ NO X S/I

1.19 Describir:

Tabla 10: Información de la Actividad Industrial de Faena Minera La Petaca

A. PROCESO PRODUCTIVO POTENCIALMENTE CONTAMINANTE		
2.1	Tipo de Actividad(s) que se ha(n) desarrollado en el SPPC: - Extracción de Oro	
2.2	Identificación de(los) Proceso(s) Industrial(es) Potencialmente Contaminante(s)	☐ Almacenamiento de derivados de hidrocarburos (aceites usados, aceites minerales,). ☐ Almacenamiento de Mineral ☐ Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios ☐ Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos ☐ Almacenamiento de Combustible ☐ Almacenamiento y/o distribución de Combustible Anterior a 1996 ☐ Almacenamiento y/o distribución de Combustible Posterior a 1996 ☐ Amalgamación ☐ Chancado ☐ Cianuración ☐ Depósitos de Escoria ☐ Depósitos de Relaves ☐ Depósitos de Cenizas ☒ Desmonte/estéril ☐ Fundición ☐ Fusión/conversión ☐ Flotación y concentración de Metales ☐ Generación eléctrica (carbón, diesel, petcoke, gas u otros) ☐ Generación y quema de metano ☐ Incineración ☐ Lixiviación ☐ Lavadero ☐ Molienda ☐ Piscina evaporación ☐ Precipitación ☐ Refinación ☐ Refinería y almacenamiento de combustibles. ☐ Sistema de Transporte Relaves y/o Concentrados ☐ Sistema de Transporte de hidrocarburos y derivados ☐ S.X.E.W (Extracción por disolvente/extracción electrolítica)

	☐ Depósitos de Ripio de lixiviación ☐ Extracción de Hidrocarburos ☐ Fertilizantes y/o aplicación de Plaguicidas y/o almacenamiento	☐ Teñido de textiles ☐ Tintas y material de imprenta (tonner) de impresoras ☐ Tostación ☐ Vertederos de residuos ☐ Otro _____ _____
2.3	Identificar y describir el o los procesos productivos que poseen una mayor probabilidad de ser considerados una Fuente Sospechosa Contaminación: - Se presenta un desmonte en el área de la faena, se ignora la presencia de restos de mineral.	

Tabla 11: Información Específica de la(s) Potencial(es) Fuentes(s) de Contaminación de Faena Minera La Petaca.

A. RESPECTO DE LA(S) POTENCIAL(ES) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN		
3.1	Nombre de la(s) Potencial (es) Fuente(s) de Contaminación	1. No aplica, todo el sitio corresponde a la fuente. 2. 3.

		4.		
3.2	Coordenadas del Punto Central de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación	1.	Coordenada Este:	Coordenada Norte :
		2.		
		3.		
		4.		
		DATUM WGS 84 - HUSO 19		

B. RESPECTO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS O GENERADOS EN LA(S) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN

3.3	¿Cuáles son las Materias Primas e Insumos¹⁷? - No Aplica, corresponde a una faena minera.
3.4	¿Cuáles son los Productos y Subproductos¹⁸? - Oro, subproducto desconocido.
3.5	¿Cuáles son los Residuos¹⁹?

¹⁷ Materias Primas e Insumos: recursos y materiales a partir de los cuales se han obtenido el(los) producto(s).

¹⁸ Productos y Subproductos: bienes producidos o elaborados.

¹⁹ Residuos: todo material de desecho.

	- No se encontraron relaves, ni piscinas de lixiviación.	
3.6	¿Alguna de estas sustancias se considera una sustancia peligrosa (NCh 382) o plaguicida de uso agrícola (D.L. 20.275SAG)? ☒ X No ☐ Si, ¿Cuáles?	
3.7	¿Ya sea en el almacenamiento, transporte y/o disposición de esta sustancia está implementado el DS 78 de MINSAL (almacenamiento), y/o el DS148 de MINSAL (disposición) ? (solo para SPPC activos) ☐ Si (verificar cumplimiento) ☐ No ☒ X No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.	
3.8	Verificación DS148 (solo para SPPC activos)	Registrar el número de resolución sanitaria y vigencia, empresa que realiza el transporte y disposición de residuos si corresponde, así como el destino final de los mismos: - No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.
3.9	Verificación DS 78 (solo para SPPC activos)	Indicar medidas de almacenamiento aplicadas o en proceso de implementación: - No Aplica, corresponde a un Pasivo Ambiental.
3.10	¿Cumple con los instrumentos de gestión y normativos que le correspondan (RCA, permisos sectoriales, otro)? ☐ SI ☒ X NO Incorporar los antecedentes:	

En base a la información recopilada en terreno establezca si alguna de las **Potenciales Fuentes de Contaminación**, podría constituir una **Fuente Sospechosa de Generar un**

Suelo con Presencia de Contaminantes, ya sea por un mal manejo de la misma u otro de los componentes evaluados. Se recomienda completar este campo luego de la inspección del sector y levantamiento de toda la **Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes**.

C. SOSPECHA DE FUENTE(S) CONTAMINANTE(S)		
3.11	Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s) ²⁰	☒ Con sospecha ☐ Sin sospecha Justificación (en ambos casos): - Aunque no se realizó lavado de oro en el sitio, existe la posibilidad de que naturalmente se halla lavado restos del mineral.
3.12	En caso de Sospecha, se asocia a ²¹ :	☒ Metales y metaloides ☐ Sales inorgánicas ☐ Agroquímicos(no COP's) ☐ HC y aceites minerales ☐ Contaminantes orgánicos persistentes (COPs)

Tabla 12: Información Específica de la(s) Rutas de Exposición de Faena Minera La Petaca

A. RUTA DE EXPOSICIÓN: SUELO	
4.1	¿Hubo uso(s) anterior(es) del terreno?: ☒ SI ☐ NO En caso afirmativo, señalar cual(cuales): Agrícola

²⁰ 1º puntaje: Con sospecha: 0.5, Sin sospecha: 0.

²¹ 2º puntaje: Cada grupo de contaminantes tiene asociado un puntaje estándar de 0.1.

4.2	Suelo potencialmente impactado: ☒ SI ☐ NO Área (Ha): No se pudo calcular con la imagen satelital
4.3	Suelo con recubrimiento Impermeable (losa, pavimento, estabilizante, otros) %: 0
4.4	Suelo Erosionado (grietas, suelo desnudo, otros) %: 100, informe del SERNAGEOMIN hace alusión a desmonte en faena.

B. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUBTERRÁNEA

4.5	¿Existe agua subterránea? ☐ SI, Profundidad (m): _____ ☒ NO
4.6	¿Cómo fue establecida la Profundidad? ☐ Medición de pozo cercano ☐ Mapas ☐ Consulta local
4.7	¿Existe algún pozo de extracción de agua subterránea en el sitio y/o alrededores? (hasta un máximo de 3 Km) ☐ SI, Distancia (m): _____ ☒ NO Uso(s) que se le da(n) al agua subterránea: ☐ Agua Potable ☐ Industrial ☐ Riego ☐ No aplica ☐ Recreacional ☐ Otro _____

C. RUTA DE EXPOSICIÓN:AGUA SUPERFICIAL

4.8 ¿Existe agua superficial? (hasta un máximo de 3 Km) ☒ SI ☐ NO

4.9 Distancia al curso de agua superficial más cercano (m): 2000m.

4.10 Especificar tipo de cuerpo de agua: Estero Las Palmas
(río, lago, laguna, embalse, canal)

4.11 Uso del agua superficial:

☐ Agua Potable ☐ Industrial

☒ Riego ☐ No aplica

☒ Recreacional ☐ Otro _____

D. RUTA DE EXPOSICIÓN: AIRE

4.12 Existen sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s):

☐ SI, Material Particulado Indicar tipo: _____

☐ SI, Gases Indicar tipo: _____

☒ NO

E. OTRAS POTENCIALES RUTAS DE EXPOSICIÓN:

4.13 En un radio máximo de 3 Km:

☒ Actividad Agrícola (frutas y Hortalizas)

☐ Actividad pesquera

☐ Actividad Pecuaria (Crianza Animales y producción láctea) ☐ Otras Actividades

F. RESUMEN DE LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADAS

4.14 Medios Potencialmente Impactados (puede ser más de uno)²²:

☐ Agua de consumo humano (superficial y/o subterránea) ☐ Aire

☒ Suelo

☒ Frutas y Hortalizas

☒ Agua Superficial (uso recreacional, riego industrial)

☐ Peces

☐ Sedimentos

☐ Lácteos y Carnes

²²3º puntaje: Agua de consumo humano (superficial o subterránea): 0.2, Aire: 0.2, Suelo: 0.15, Agua Superficial (uso recreacional, riego, industrial): 0.15, Frutas y Hortalizas: 0.1, Peces: 0.1, Lácteos y Carnes: 0.05, Sedimentos: 0.05.

Tabla 13: Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestos de Fauna Minera La Petaca.

A. RECEPTORES: ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS CERCANÍAS

(A un radio máximo de 3 Km alrededor de la(s) Fuente(s) Potencial(es) de Contaminación)

5.1	¿El SPPC es Accesible al Público? X SI ☐ NO
	¿Población Humana Potencialmente Expuesta? X SI ☐ NO (hasta un máximo de 3 Km)
	Residentes. Nombre del poblado: Cocalán Distancia al sitio (m): 1500m. Número aproximado de habitantes: <1000
5.2	Trabajadores. Actividad que desarrollan: No se desarrollan actividades, corresponde a un Pasivo Ambiental. Distancia al sitio (m): Número aproximado de trabajadores: Jornada Laboral o Turno: Horas/Mes: _____ Turno: _____ Equipo de Protección Personal: ☐ Casco ☐ Guantes ☐ Mascarilla (tipo.....) ☐ Buzo térmico / overol ☐ Zapatos de Seguridad

5.3	Descripción de información sobre sintomatologías (si existiese) o enfermedades laborales asociadas a la potencial fuente de contaminación:
5.4	¿Presencia de al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación, de áreas protegidas por parte del Estado y/o de ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan? En caso afirmativo, señalar. - Relictos de bosque esclerófilo en quebrada Distancia Aprox. 100. - Se encuentra el Sitio Prioritario “Ladera Nororiental Cordillera de la Costa y Colocan”, con las siguientes características: -1 ave amenazada (hued hued castaño). -2 anfibios amenazados (A. nodosus, C. caudiverbera). -1 mamífero amenazado (L. colocolo). - 31 plantas vulnerables. -13 plantas en peligro. -Biota: Bosque caducifolio de Santiago, Matorral espinoso de la cordillera de la costa, Bosque esclerófilo costero. -Riqueza: Centro de riqueza de mamíferos y reptiles. - COMUNAS: Las Cabras, Peumo, Coltauco, Doñihue, Rancagua, Graneros, Mostazal.
B. RESUMEN DE LOS RECEPTORES IDENTIFICADOS	
5.5	Receptores Potencialmente Impactados (puede ser más de uno): ☒ Residentes ☐ Trabajadores ☒ Receptores ecológicos Distancia al SPPC de receptores humanos más cercanos (m)²³: 15000m. Número total de receptores humanos potencialmente expuestos ²⁴: <1000

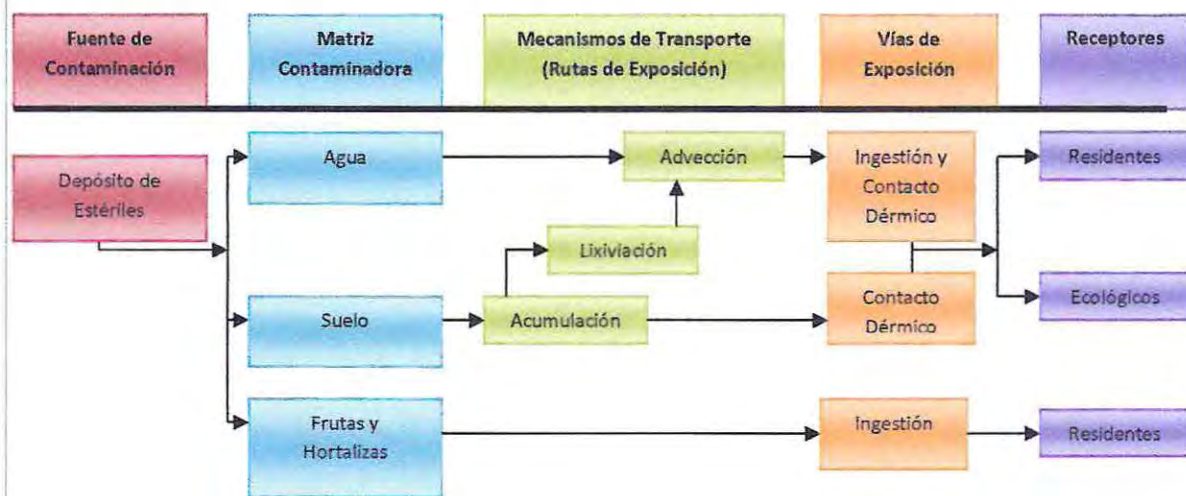
²³ 4º puntaje: Distancia receptores, 0-1,5 km: 0,6, 1,5-3 km: 0,4.

²⁴ 4º puntaje: Cantidad de Personas Expuestas: >100.000 = 0,4; 100.000 – 10.000 = 0,3; 10.000 – 1.000 = 0,2; <1.000 = 0,1

Tabla 14: Esquemas de contaminación de Faena Minera La Petaca

A. CROQUIS ESQUEMÁTICO

Indicar fuente (s) de contaminación, vía(s) de exposición y receptores o bienes a proteger:



B. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR

Fuente de Contaminación	Componente(s) Ambiental(es) con Potencial Presencia de Contaminantes	Vía de Exposición	Receptores
Depósito de Estériles	☒ Agua Sup. ☒ Suelo ☐ Agua Sub. ☐ Aire ☐ Sedimento ☒ Frutas y Hortalizas ☐ Peces ☐ Lácteos y Carnes	☒ Ingestión ☐ Inhalación ☒ Contacto Dérmico	☒ Residente ☐ Trabajador ☒ Ecológicos
	☐ Agua Sup. ☐ Suelo ☐ Agua Sub. ☐ Aire ☐ Sedimento ☐ Frutas y Hortalizas ☐ Peces ☐ Lácteos y Carnes	☐ Ingestión ☐ Inhalación ☐ Contacto Dérmico	☐ Residente ☐ Trabajador ☐ Ecológicos

C. CROQUIS DE UBICACIÓN



Ilustración 4. Camino de acceso de Faena Minera La Petaca.

Tabla 15: Fuente(s) de Información de Faena Minera La Petaca

A. FUENTES DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

- | | |
|---|---|
| ☒ Cartografía | ☒ Estudios Previos |
| ☐ Análisis en Laboratorio | ☒ Inspección de Campo |
| ☒ Otra: Informe Pasivos Ambientales SERNAGEOMIN | |

Observaciones:

Tabla 16: Puntaje de la Ficha de Faena Minera La Petaca

A. CÁLCULO DEL PUNTAJE				
Fuente(F)	Ruta(Ru)	Receptor (Re)	Cálculo Puntaje	Puntaje Total
$0 \leq 0,5 + \sum F_i$	$\sum Ru_i$	(Dis. + Hab.)	$(F + Ru + Re) * 100/3$	(%)
0.6	0.4	0.7	$(0.6+0.4+0.7) * 100/3$	57

5.2 FASE 2: Evaluación Preliminar Sitio Específico del Riesgo de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes

Tal como se señaló anteriormente, la Investigación preliminar se inicia con la recopilación de los antecedentes existentes y el levantamiento de información adicional sobre el suelo con potencial presencia de contaminantes, con la finalidad de minimizar los esfuerzos de terreno venideros y orientar mejor el proceso de evaluación sitio-específico, empleando a la vez el mínimo de recursos.

5.2.1 Faena Minera Hades

5.2.1.1 Antecedentes del Sitio

Identificación del SPPC:	Faena Minera Hades
Coordenadas UTM	Coordenadas UTM
Dirección Referencial	Ruta H-780, hacia cerro las Palmerías, sector San Andrés.
Comuna	Las Cabras
Provincia	Cachapoal
Tipo de Propiedad	Privada
Nombre del propietario	Juan Villalón Cabezas.

5.2.1.2 Estudio Histórico.

5.2.1.2.1 Usos del Suelo

Las Cabras, es una comuna turística por excelencia, fundamentalmente porque en ella se emplaza uno de los lagos artificiales o embalses más importantes de Chile, el Rapel. Este lago nace de la unión de los Ríos Cachapoal y Tinguiririca con el objeto de alimentar la Central Hidroeléctrica Rapel construida en 1968. Sin embargo, la belleza del lugar permitió un espontáneo y destacado desarrollo turístico, donde hoy se encuentra todo lo necesario para vacacionar.

Esta comuna se caracteriza por su clima mediterráneo el cual es apto para el turismo y la agricultura. Algunas localidades de la comuna ofrecen buenas tierras para el cultivo, especialmente en los sectores de la cuenca de Cocalán y de Santa Inés. Es en estos sectores mencionados, donde destaca la producción para exportación de uva, maíz de grano y la siembra de papas. Otro uso importante del suelo en la comuna de las cabras corresponde a la capricultura o crianza de cabras para la producción de leche y carne, lo cual según muchos historiadores hizo que esta actividad caprina, diera nombre a la comuna.

El sitio propiamente tal se encuentra ubicado en un sector de cerros distante 1.5 del poblado de Cocalán en la comuna de las Cabras. Los cerros del sector albergan una importante

actividad minera a pequeña escala. El uso del suelo en este sector en donde se ubica el sitio en estudio , al corresponder a un sector de cerros , no apto para actividades agrícolas , ha sido ocupado como terrenos que albergan mayoritariamente actividades mineras, fundamentalmente extracción a pequeña escala de oro y cobre. Además de la actividad mencionada, los cerros también han servido para las actividades ganaderas y de pastoreo principalmente caprino.

Tabla 17: Población por sexo e índice de masculinidad INE

Territorio	Año 2002		Año 2012		Índice Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Comuna de Las Cabras	10.621	9.621	12.572	11.285	110,39	111,40
Región O'Higgins	392.335	388.292	453.892	446.271	101,04	101,71
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97,12	97,99

Fuente: Censo 2002 y Proyección de Población 2012, Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Límites de la Comuna

NORTE	Región Metropolitana
SUR	Comunas de Peumo y Pichidegua
OESTE	Lago Rapel
ESTE	Comuna de Coltauco.

5.2.1.2.2 Plano del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes

En la siguiente figura se presenta la ubicación del sitio denominado “Faena minera Hades”, con las coordenadas en UTM: Zona 19H; 289914.00 m E, 6210244.00 m S.

En el que se encuentra:

- Se presenta un desmonte en el área de la faena, se ignora la presencia de restos de mineral.

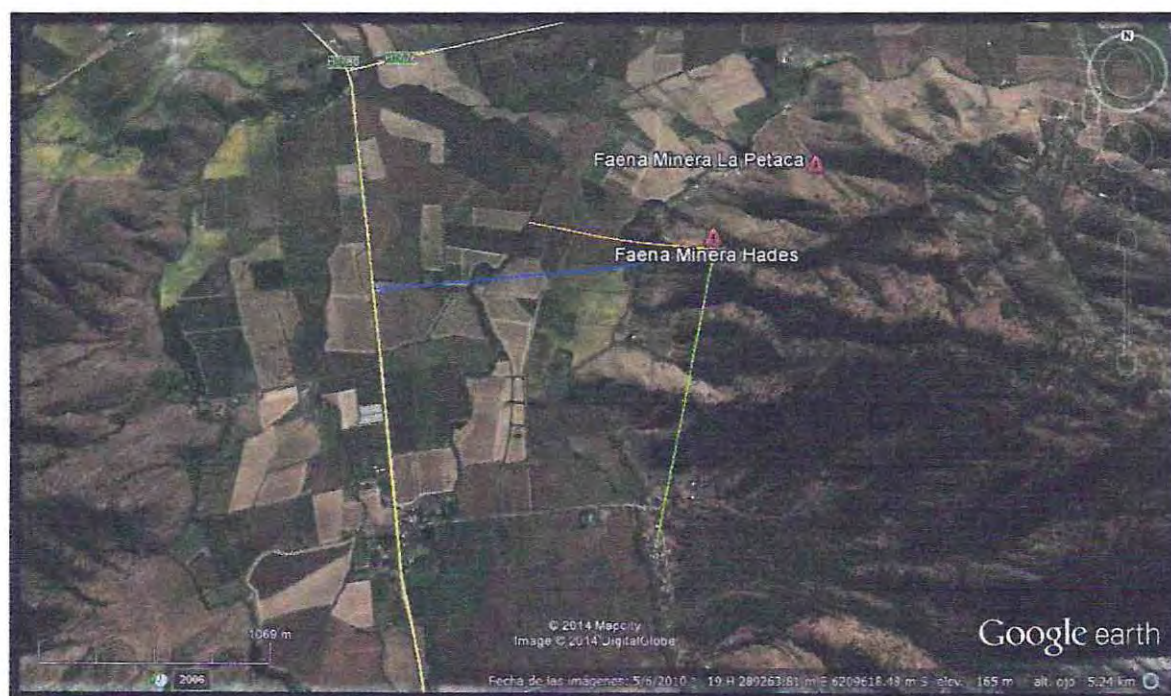


Ilustración 5. Imagen Google Earth Faena Minera Hades a 5.24 KM.

Foto Interpretación Faena Minera Hades	
Faena Minera Hades, Extracción de oro y cobre.	
Curso de agua superficial a 1180 metros Estero Quilicura.	
Viviendas a 1500 metros Pueblo de Cocalán.	
Carretera principal H – 780, 2 Kilómetros.	
Zona agrícola circundante al sitio en donde drena la escorrentía proveniente de las quebradas.	

5.2.1.2.3 Historial Cronológico del Terreno

Las Cabras es declarada comuna el 28 de enero 1928, a raíz de la reforma administrativa decretada por la constitución de 1925. Con la conquista española, los indígenas fueron entregados como “encomienda” -tributo ofrecido como premio al conquistador- quien a cambio debía evangelizarlos. El conquistador de Chile, Pedro de Valdivia, otorgó la primera encomienda a Inés de Suárez con indígenas de estos territorios, terrenos que después se integraron al corregimiento de Colchagua y fueron usadas para la crianza de cabras, debido a que en esa época el 90% de los terrenos eran secos , por lo tanto no eran utilizados con fines agrícolas.

En 1900 la hacienda perteneció a Catalina Lizardi y Federico Aldunate. Ellos y sus hijos Amelia y Federico convirtieron a los inquilinos de la hacienda en propietarios, provocando el nacimiento del poblado. Allí se levantaron casas patronales, algunas de las cuales subsisten hasta hoy, como en el sector de Palmería. También destaca en la Viña Cocalán, una casa que fue la antigua escuela de la Hacienda Cocalán, remodelada por el arquitecto Eduardo Costabal Zegers.

En 1912 se creó la Junta de Vecinos en Llallauquén con el fin de que sus habitantes no tuvieran que viajar a Peumo a pagar los impuestos. Sin embargo, el 28 de enero de 1928,

tras un incendio que afectó el recinto, se creó la comuna de Las Cabras. Dependiente del departamento de Peumo, su primer alcalde fue René Vergara.

La llegada del ferrocarril en 1925 fue un elemento determinante en el desarrollo de esta comuna. En él se trasladaba la producción agrícola y ganadera de las haciendas vecinas hacia los puertos de Valparaíso, San Antonio y la ciudad de Santiago. Destacaba la producción de grano, la que se almacenaba a granel en el patio de la estación para luego ser embarcado hacia el Puerto de Valparaíso.

Los cerros donde se emplazaron las faenas mineras de la comuna de las Cabras, históricamente, han sido utilizados para estos fines, sin dejar de mencionar las actividades de crianza y pastoreo de ganado caprino.

5.2.1.2.4 Descripción de los Procesos Productivos más Relevantes

El sitio donde se emplaza la antigua faena minera corresponde a un sitio de aproximadamente 79.2 Hectáreas. El sitio pertenece a una faena abandonada, en la cual se extraía oro. En terreno se constata de que el sitio no se realizaron lavados de oro, sin embargo no se descarta la posibilidad de que antiguos descartes o restos del mineral hayan sido lavados de manera natural debido a factores climáticos como precipitaciones que hayan afectado a la zona o a acciones erosivas producto del viento y las escorrentías superficiales.

5.2.1.2.5 Materias Primas y Residuos

Las materias primas de esta faena minera corresponden a la extracción del mineral desde el pique, es decir principalmente oro y fracciones de cobre asociadas a la actividad aurífera. Según informe de Sernageomin existe desmonte de estéril. El desmonte de mina es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico, conocido en minería como Cut Off), por lo tanto los residuos comprenden a los estériles provenientes del proceso de separación del mineral extraído. Se descarta la existencia de piscinas de lixiviación en la faena, debido a que se trata solo de una faena de extracción.



Ilustración 6. Faena Minera Hades.

5.2.1.2.6 Sistemas de Protección

No existe ningún sistema de protección en el sitio en estudio, ya que éste no cuenta con muros de protección, cerco perimetral ni vigilancia. El pique no cuenta con portón ni tampoco con algún tipo de cierre que impida el libre acceso de humanos y animales.

5.2.1.2.7 Geografía y Ubicación

La Comuna de las Cabras se ubica en la provincia de Cachapoal en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta posee una superficie de 763 Km², una población de 20.242 habitantes y una densidad poblacional de 27 hab/km². La comuna ocupa el extremo noroeste de la provincia mencionada, ocupando terrenos de la Cordillera de la Costa y del Valle Central.

El sitio se encuentra emplazado en la comuna de las Cabras específicamente en el sector de san Andrés, camino las Palmerías por la Ruta H-780 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. Sus Coordenadas son Este: 289914 y Norte: 6210244. El sitio se encuentra emplazado en un tipo Ki2m que corresponden a secuencias volcánicas y sedimentarias marinas, los tipos de rocas que caracterizan a este tipo son andesita, basalto, toba y caliza.



Ilustración 7. Imagen Google Earth de Faena Minera Hades a 637 m de altura.

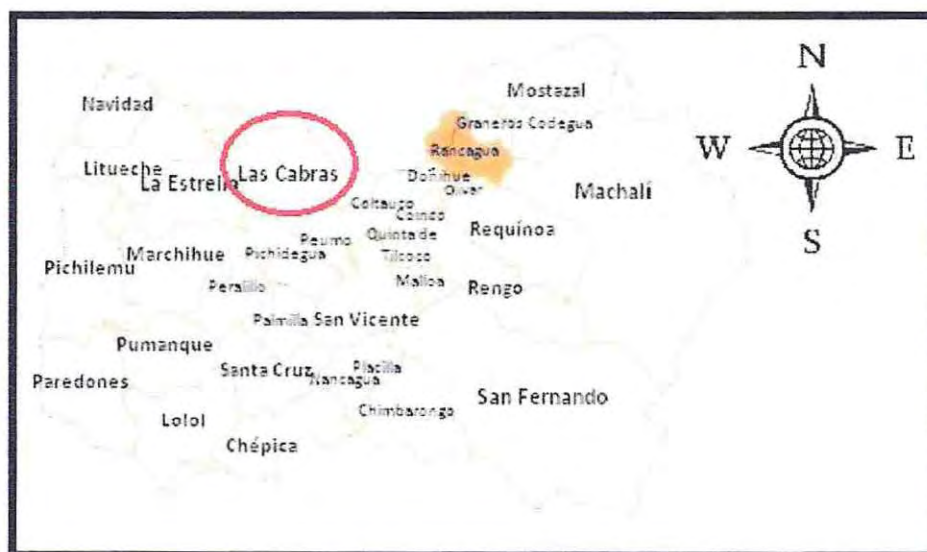


Ilustración 8. Comuna de Las Cabras en la VI Región.

5.2.1.3 Estudio del Medio Físico

5.2.1.3.1 Identificación de la Topografía y acceso.

El sitio se encuentra emplazado en la comuna de las Cabras específicamente en el sector de San Andrés, camino Las Palmearías por la Ruta H-780 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. El acceso a la faena es complejo principalmente por la ubicación en altura del pique, el cual se ubica en los cerros del sector de San Andrés. Para llegar al sitio en estudio se debe acceder por la ruta mencionada, luego tomar camino alternativo, para posteriormente subir una huella para automóviles por un sendero desde los faldeos del cerro hasta el pique.

No existe ningún sistema de protección en el sitio en estudio, ya que éste no cuenta con muros de protección, cerco perimetral ni vigilancia. El pique no cuenta con portón ni tampoco con algún tipo de cierre que impida el libre acceso de humanos y animales.



Ilustración 9. Acceso a Faena Minera Hades.

5.2.1.3.2 Climatología Local

La comuna de las Cabras presenta un tipo de clima templado cálido, de la clase del subsistema cordillera montañosa. Que se caracteriza por veranos cálidos y secos e inviernos lluviosos, frescos y húmedos.

Las precipitaciones son algo menores que en el litoral, su régimen pluviométrico fluctúa entre los 300 y 520 milímetros anuales.

El régimen térmico en la región es templado cálido (Mediterráneo). Las amplitudes térmicas de la comuna de Las Cabras se caracterizan por poseer una temperatura media anual de 14°C, presentando además rangos de homogeneidad y por lo tanto de poca amplitud térmica, con máximas en el mes de enero y mínima en el mes de junio.

En términos agro climáticos, la clase subsistema montañosa permite la existencia de ambientes particulares que presentan condiciones para el desarrollo de una cubierta vegetal, en la que destaca la formación del “Bosque siempreverde Esclerófilo”, boldo y peumo

5.2.1.3.3 Contexto Geológico Regional (Estratigrafía, Litología Esperada)

Las unidades litológicas correspondientes al sitio en estudio, corresponden mayoritariamente a un intrusivo plutónico de composición diorítica o monzodiorítica, de edad Cretácico Inferior a Superior, que instruye secuencias volcánicas y sedimentarias marinas del Cretácico Inferior, posiblemente asociadas a la formación Lo Prado.

5.2.1.3.4 Existencia y Calidad de Agua Subterránea e Identificación de Cursos de Agua Superficial.

No se encuentran aguas subterráneas cercanas al sitio en estudio. Las aguas superficiales se encuentran a una distancia de 1180 metros de la Faena minera Hades, el cual corresponde al estero Quilicura. Este estero forma parte de la red hidrológica del río Cachapoal y de la subcuenca del mismo nombre. Su uso corresponde a riego y recreacional.

5.2.1.3.5 Caracterización Hidrológica Básica

Según datos e información hidrogeológica obtenida desde la Gobernación Regional de O'Higgins, en el área de influencia se presentan la siguiente serie litológica: KTLv.

Serie Litológica KTLv: Se presenta en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativamente baja a nula. Unidades en depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento y/o alteración superficial. El tipo de acuífero corresponde a zonas acuíferas conexas a incremento localizado en el fracturamiento y/o alteración; permeabilidad muy anisotrópica, decreciente en profundidad. Posee un atractivo nulo-bajo en zonas con permeabilidad secundaria por alteración y/o fracturamiento.

5.2.1.3.6 Relación entre Aguas Subterráneas y Superficiales.

No se encuentran aguas subterráneas cercanas al sitio en estudio. Las aguas superficiales corresponde al estero Quilicura, el cual se localiza a una distancia de 1180 metros de la faena minera Hades, los usos corresponden a regadío y recreacional.

5.2.1.3.7 Identificación de Tomas de Agua.

El estero Quilicura, el cual escurre a 1180 metros de la Faena Minera Hades. Su uso es preferentemente recreacional y de riego, principalmente de las plantaciones y cultivos del valle aledaño a los cerros en donde se ubica la faena minera. La quebrada forma parte de la red dendrítica correspondiente a la subcuenca del río Cachapoal, que a su vez forma la Cuenca del Río Rapel.

5.2.1.4 Estudio de los Receptores

Sitio ubicado en la comuna de las Cabras, la cual ofrece buenas tierras para el cultivo, especialmente en los sectores de la cuenca de Cocalán y de Santa Inés. En estos sectores destaca la producción para exportación de uva, maíz de grano y la siembra de papas. Otro uso importante del suelo en la comuna de las Cabras corresponde a la capricultura o crianza de cabras para la producción de leche y carne, lo cual según muchos historiadores hizo que esta actividad caprina, diera nombre a la comuna

5.2.1.4.1 Localización

El sitio se encuentra emplazado en la comuna de las Cabras específicamente en el sector de San Andrés, camino las Palmerías por la Ruta H-780 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. El acceso a la faena es complejo principalmente por la ubicación en altura del pique el cual se ubica en los cerros del sector de San Andrés. Para llegar al sitio en estudio se debe acceder por la ruta mencionada, luego tomar camino alternativo, para posteriormente subir una huella para automóviles por un sendero desde los faldeos del cerro hasta el pique.



Ilustración 10. Acceso a Faena Minera Hades.

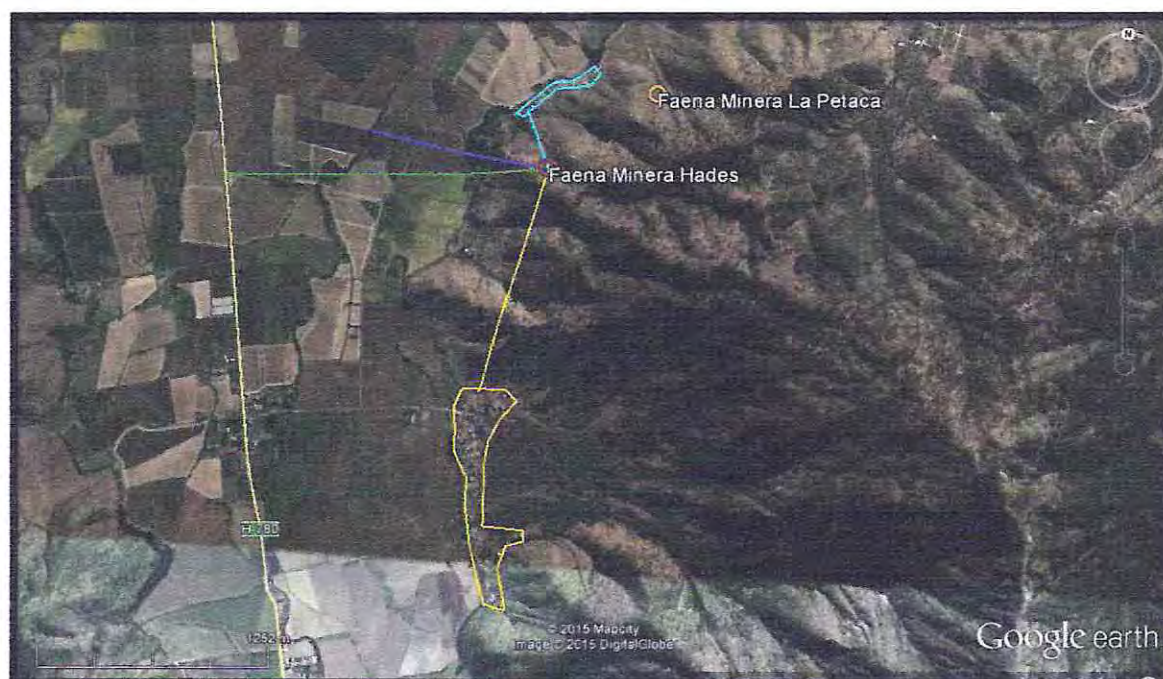
Los receptores humanos potencialmente expuestos son los habitantes de la comuna de Las Cabras ascendiendo a 23.857 habitantes según información del Censo 2002, proyección al 2012.

Los receptores potencialmente afectados mediante las dinámicas de transporte de contaminantes que se puedan desarrollar, corresponden al desplazamiento eólico y al

arrastre por precipitaciones en el lugar, viendose amenazada la flora y fauna, dentro de los cuales se pueden destacar, las Vizcachas, culpeos, quiques, cóndores, águilas, tórtolas, gallinas, queltehues, loros trichahues, jotes y culebras, además de los animales que comprenden a la actividad ganadera y caprina del lugar. Con respecto a la flora, podemos encontrar especies como el peumo, boldo, roble, culén, espino, litre, maqui, quillay, patagua y La palma chilena. El área de estudio se encuentra a 1,5 km del poblado de Cocalán, no obstante se encuentran casas a solo 400 metros del área de estudio.

Las aguas superficiales cercanas corresponden al estero Quilicura, el cual escurre a 1180 metros de la Faena Minera Hades

Ilustración 11. Imagen de Google Earth Faena Minera Hades, altura 6 km.



Fotointerpretación de Faena Minera Hades	
Faena Minera Hades Extracción de cobre y oro.	
Poblado de Cocalán	
Distancia en línea recta al poblado de Cocalán, distancia de 1,36km	
Zona poblada más cercana	

Distancia en línea recta a la zona poblada más cercana a 400 metros	
Curso de agua superficial a 1.180 metros Estero Quilicura.	
Carretera principal H780, 2 kilómetros	

5.2.1.4.2. Presencia de Sub-Población Sensible.

Tabla 18. Población por grupos de edades de la Comuna de Las Cabras

Edad	2002	2012	% según Territorio 2012		
			Comuna	Región	País
0 a 14	5.367	5.017	21,03	21,75	21,77
15 a 29	4.355	5.196	21,78	23,01	24,56
30 a 44	5.234	5.027	21,07	21,29	21,08
45 a 64	3.458	6.071	25,45	24,21	23,08
65 y más	1.828	2.546	10,67	9,73	9,52
Total	20.242	23.857	100	99,99	100,01

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas

Los receptores más sensibles corresponden a la población con edades más extremas (niños y ancianos) los que generalmente son más susceptibles a sufrir daños a salud. Esto comprende al 31,71% del total de 23.857 habitantes.

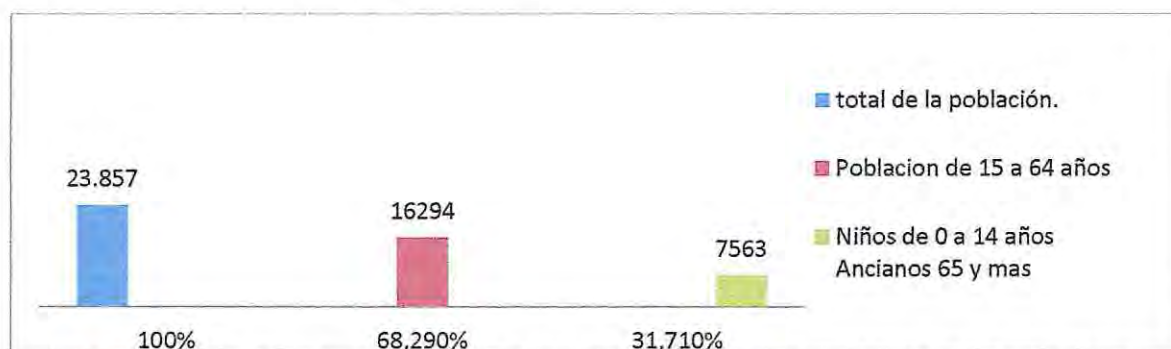


Gráfico 1. Población por grupos de edades de la comuna de Las Cabras, Faena Minera Hades.

5.2.1.4.3. Patrón de actividad de los receptores

Tabla 19: Número de trabajadores por actividad de la comuna de Las Cabras

Origen	Comuna			Región			País		
	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2.185	6.263	6.430	134.471	140.812	130.103	751.280	797.203	723.829
Pesca	0	0	0	1.664	1.983	1.016	55.356	66.474	44.858
Explotaciones de Minas y Canteras	28	22	27	1.017	1.000	1.268	61.924	77.081	84.349
Industrias manufactureras no metálicas	1	0	14	21.467	24.441	23.296	542.998	595.103	581.357
Industrias manufactureras metálicas	56	69	52	5.858	7.095	6.860	214.087	249.442	255.733
Suministro de electricidad, gas y agua	12	13	23	413	763	819	27.798	31.668	34.610
Construcción	462	347	249	23.301	24.697	24.267	1.018.769	1.155.742	1.099.563
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	366	529	398	30.306	39.870	40.118	974.981	1.134.332	1.155.785
Hoteles y restaurantes	21	21	31	4.352	7.577	7.856	225.210	274.885	288.891
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	44	115	274	13.712	13.252	15.043	392.803	473.912	495.613
Intermediación financiera	20	23	59	1.924	2.789	4.034	198.453	237.885	238.612
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	156	174	267	23.217	23.054	29.113	862.223	1.043.076	1.152.174

Adm. pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	465	482	480	7.254	7.254	8.958	310.100	310.100	387.477
Enseñanza	68	96	102	11.587	12.640	13.333	335.260	378.259	415.977
Servicios sociales y de salud	0	0	0	5.689	6.577	7.086	174.542	199.477	214.074
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	265	61	90	9.707	11.139	11.101	310.964	338.233	360.543
Consejo de administración de edificios	0	0	0	0	0	0	2.243	4.147	5.501
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0	0	0	0	647	578	1.662
Sin información	0	0	0	30	11	15	355	273	195
Total	4.149	8.215	8.496	295.969	324.954	324.286	6.459.993	7.367.870	7.540.803

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas: Población trabajadora.

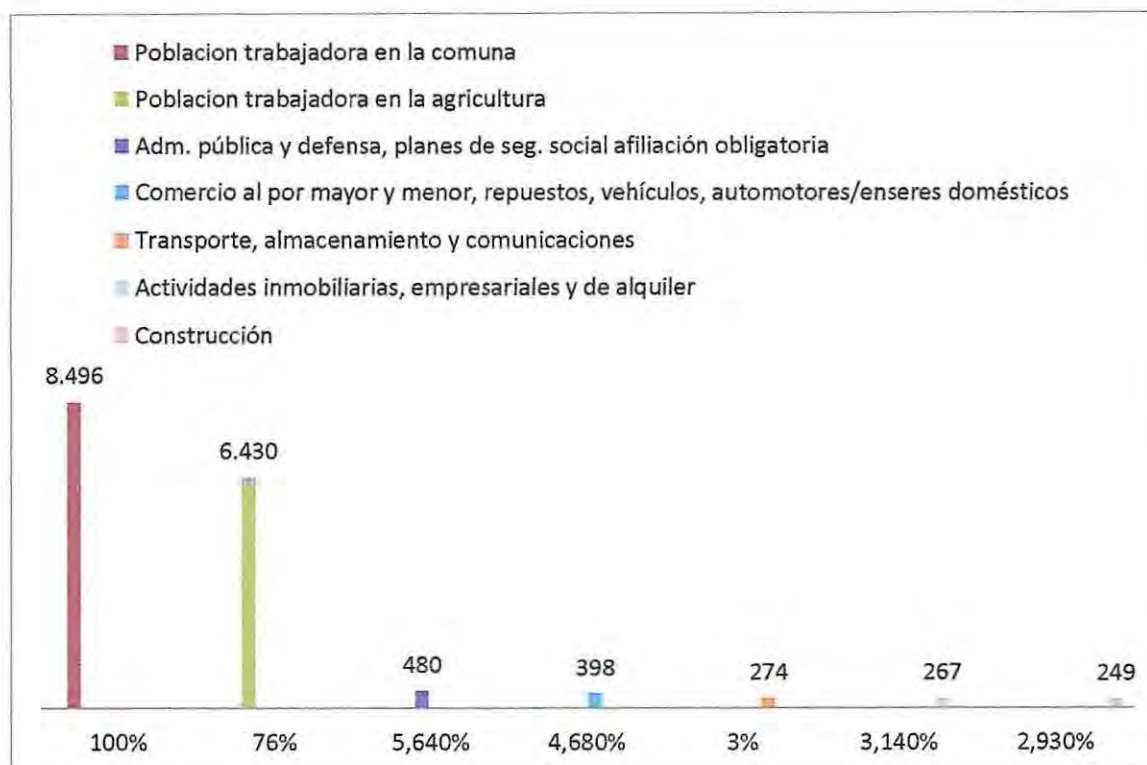


Gráfico 2. Población trabajadora comuna de Las Cabras, Faena Minera Hades.

Alrededor del 80% de la fuerza laboral de la zona está dedicada a las actividades relacionadas con la agricultura, los que potencialmente podrían verse afectados debido al arrastre de material contaminado producto de las precipitaciones, los cuales pudiesen alcanzar los canales de regadío existentes.

5.2.2 Faena Minera la Petaca

5.2.2.1 Antecedentes del Sitio

Identificación del SPPC	Faena Minera La Petaca.
Coordenadas UTM	Zona 19H; 290506.00 m E, 6210749.00 m S
Comuna	Las Cabras
Dirección referencial	Ruta H-780, hacia cerro las Palmerias, sector San Andrés.
Provincia	Cachapoal
Tipo de Propiedad	Privada
Nombre del Propietario	Juan Villalón Cabezas Y Otros (Reserva Cora 9 Los Maitenes De Cocalán).

5.2.2.2 Estudio Histórico.

5.2.2.2.1 Usos del Suelo

Al igual que la faena minera Hades la cual las separa solo una distancia de 700 metros , la faena minera la Petaca, se localiza administrativamente en la comuna de Las Cabras, la cual corresponde a una comuna turística por excelencia, fundamentalmente porque en ella se emplaza uno de los lagos artificiales o embalses más importantes de Chile, el Rapel. Este lago nace de la unión de los Ríos Cachapoal y Tinguiririca con el objeto de alimentar la Central Hidroeléctrica Rapel construida en 1968. Sin embargo, la belleza del lugar permitió un espontáneo y destacado desarrollo turístico, donde hoy se encuentra todo lo necesario para vacacionar.

Esta comuna se caracteriza por su clima mediterráneo el cual es apto para el turismo y la agricultura. Algunas localidades de la comuna ofrecen buenas tierras para el cultivo, especialmente en los sectores de la cuenca de Cocalán y de Santa Inés. Es en estos sectores mencionados, donde destaca la producción para exportación de uva, maíz de grano y la siembra de papas. Otro uso importante del suelo en la comuna de las cabras corresponde a la carpicultura o crianza de cabras para la producción de leche y carne, lo cual según muchos historiadores hizo que esta actividad caprina, diera nombre a la comuna.

El sitio propiamente tal se encuentra ubicado en un sector de cerros distante 1.5 del poblado de Cocalán en la comuna de las Cabras. Los cerros del sector albergan una importante actividad minera a pequeña escala. El uso del suelo en este sector en donde se ubica el sitio en estudio , al corresponder a un sector de cerros , no apto para actividades agrícolas , ha sido ocupado como terrenos que albergan mayoritariamente actividades mineras, fundamentalmente extracción a pequeña escala de oro y cobre. Además de la actividad mencionada, los cerros también han servido para las actividades ganaderas y de pastoreo principalmente caprino.

Tabla 20: Población por sexo e índice de masculinidad INE

Territorio	Año 2002		Año 2012		Índice Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Comuna de Las Cabras	10.621	9.621	12.572	11.285	110,39	111,4
Región O'Higgins	392.335	388.292	453.892	446.271	101,04	101,71
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97,12	97,99

Fuente: Censo 2002 y Proyección de Población 2012, Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Límites de la Comuna

NORTE	Comunas de San Pedro y Alhué (Región Metropolitana).
SUR	Comunas de Peumo y Pichidegua.
PONIENTE	Lago Rapel.
ORIENTE	Comuna de Coltauco.

5.2.2.2.2 Plano del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes

En la siguiente figura se presenta la ubicación del sitio denominado “Faena minera La Petaca”, con las coordenadas en UTM: Zona 19H; 290506.00 m E, 6210749.00 m S. En el que se encuentra:

Se presenta un desmonte en el área de la faena, se ignora la presencia de restos de mineral.

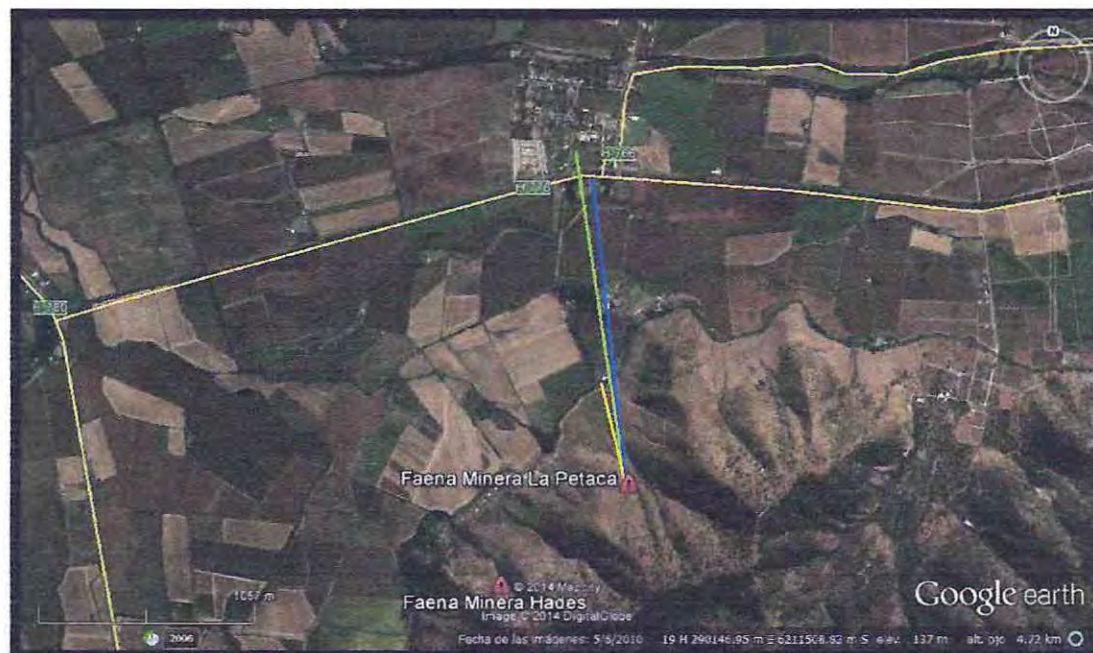


Ilustración 12. Google Earth Faena La Petaca 4.72 KM de altura.

Foto Interpretación de Faena Minera La Petaca	
Faena Minera Hades , Extracción de oro y cobre	
Curso de agua superficial más cercano 500 metros. Canal de regadío.	
Viviendas a 1500 metros Pueblo de Cocalán	
Carretera principal H – 776, 1,5 Kilómetros	
Zona agrícola circundante al sitio.	

5.2.2.2.3 Historial Cronológico del Terreno

Las Cabras es declarada comuna el 28 de enero 1928, a raíz de la reforma administrativa decretada por la constitución de 1925. Con la conquista española, los indígenas fueron entregados como “encomienda” -tributo ofrecido como premio al conquistador- quien a cambio debía evangelizarlos. El conquistador de Chile, Pedro de Valdivia, otorgó la primera encomienda a Inés de Suárez con indígenas de estos territorios, terrenos que después se integraron al corregimiento de Colchagua y fueron usadas para la crianza de cabras, debido a que en esa época el 90% de los terrenos eran secos , por lo tanto no eran utilizados con fines agrícolas.

En 1900 la hacienda perteneció a Catalina Lizardi y Federico Aldunate. Ellos y sus hijos Amelia y Federico convirtieron a los inquilinos de la hacienda en propietarios, provocando el nacimiento del poblado.

Allí se levantaron casas patronales, algunas de las cuales subsisten hasta hoy, como en el sector de Palmería. También destaca en la Viña Cocalán, una casa que fue la antigua escuela de la Hacienda Cocalán, remodelada por el arquitecto Eduardo Costabal Zegers.

En 1912 se creó la Junta de Vecinos en Llallauquén con el fin de que sus habitantes no tuvieran que viajar a Peumo a pagar los impuestos. Sin embargo, el 28 de enero de 1928, tras un incendio que afectó el recinto, se creó la comuna de Las Cabras. Dependiente del departamento de Peumo, su primer alcalde fue René Vergara.

La llegada del ferrocarril en 1925 fue un elemento determinante en el desarrollo de esta comuna. En él se trasladaba la producción agrícola y ganadera de las haciendas vecinas hacia los puertos de Valparaíso, San Antonio y la ciudad de Santiago. Destacaba la producción de grano, la que se almacenaba a granel en el patio de la estación para luego ser embarcado hacia el Puerto de Valparaíso.

Los cerros donde se emplazaron las faenas mineras de la comuna de las Cabras, históricamente, han sido utilizados para estos fines, sin dejar de mencionar las actividades de crianza y pastoreo de ganado caprino.

5.2.2.2.4 Descripción de los Procesos Productivos más Relevantes

El sitio donde se emplaza la antigua faena minera corresponde a un sitio de aproximadamente 79.2 Hectáreas, perteneciente al mismo dueño en donde también se localiza la faena minera Hades. Las técnicas de extracción y el modo de operar ambas faenas son exactamente idénticas. El sitio pertenece a una faena abandonada, en la cual se extraía oro. En terreno se constata de que el sitio no se realizaron lavados de oro, sin embargo no se descarta la posibilidad de que antiguos descartes o restos del mineral hayan sido lavados de manera natural debido a factores climáticos como precipitaciones que hayan afectado a la zona o a acciones erosivas producto del viento y las escorrentías superficiales.

5.2.2.2.5 Materias Primas y Residuos

Las materias primas de esta faena minera corresponden a la extracción del mineral desde el pique, es decir principalmente oro y fracciones de cobre asociadas a la actividad aurífera. Según informe de Sernageomin existe desmonte de estéril. El desmonte de mina es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico, conocido en minería como Cut Off), por lo tanto los residuos comprenden a los estériles provenientes del proceso de separación del mineral extraído. Se descarta la existencia de piscinas de lixiviación en la faena, debido a que se trata solo de una faena de extracción.

5.2.2.2.6 Sistemas de Protección

No existe ningún sistema de protección en el sitio en estudio, ya que éste no cuenta con muros de protección, cerco perimetral ni vigilancia. El pique no cuenta con portón ni tampoco con algún tipo de cierre que impida el libre acceso de humanos y animales.



Ilustración 13. Faena Minera la Petaca.

5.2.2.2.7 Geografía y Ubicación

La Comuna de las Cabras se ubica en la provincia de Cachapoal en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta posee una superficie de 763 Km², una población de 20.242 habitantes y una densidad poblacional de 27 hab/km². La comuna ocupa el extremo noroeste de la provincia mencionada, ocupando terrenos de la Cordillera de la Costa y del Valle Central.

El sitio se encuentra emplazado en la comuna de las Cabras específicamente en el sector de san Andrés, camino las Palmerías por la Ruta H-780 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. Sus Coordenadas son: Este: 289914 y Norte: 6210244.

El sitio se encuentra emplazado en un tipo Ki2m que corresponden a secuencias volcánicas y sedimentarias marinas, los tipos de rocas que caracterizan a este tipo son andesita, basalto, toba y caliza.

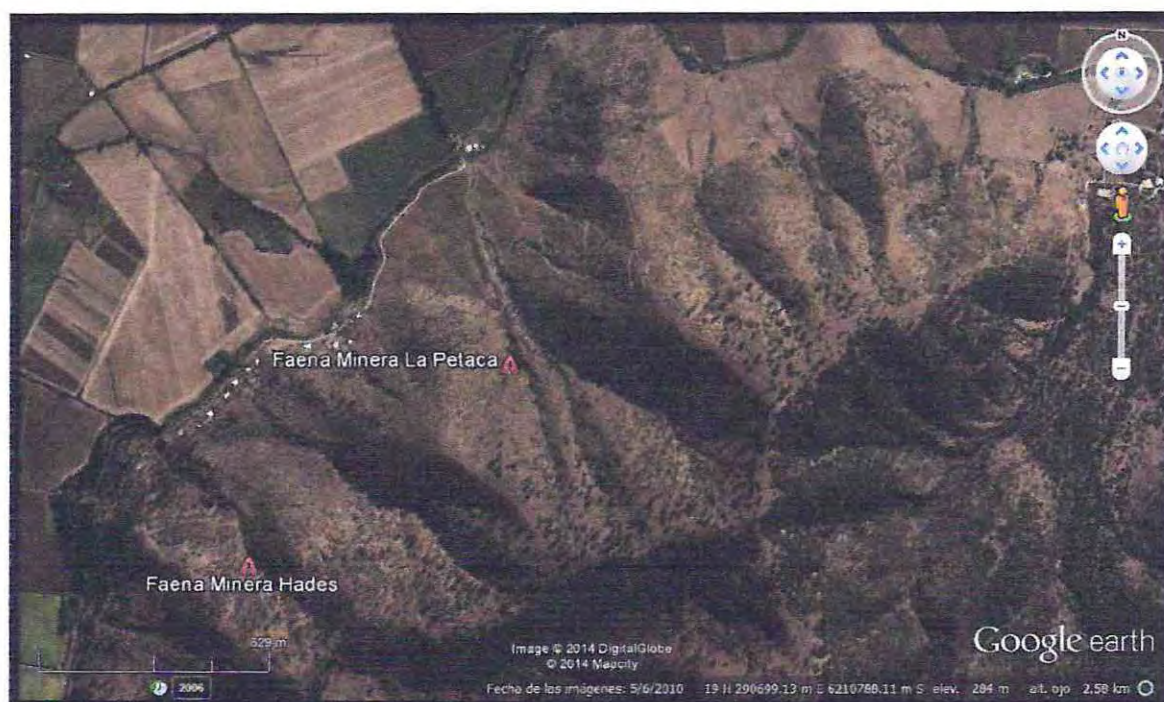


Ilustración 14. Faena Minera La Petaca a 2.58 Km de altura.

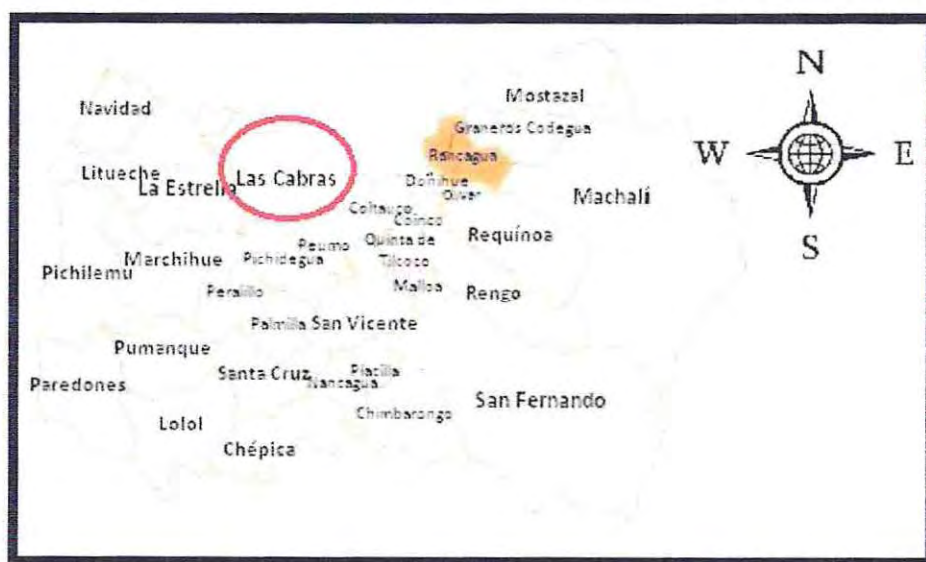


Ilustración 15. Comuna de Las Cabras en la VI región.

5.2.2.3 Estudio del Medio Físico

5.2.2.3.1 Identificación de la Topografía y acceso.

El sitio se encuentra emplazado en la comuna de las Cabras específicamente en el sector de San Andrés, camino las Palmerías por la Ruta H-776 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. El acceso a la faena es complejo principalmente por la ubicación en altura del pique, el cual se ubica en los cerros del sector de San Andres. Para llegar al sitio en estudio se debe acceder por la ruta mencionada, luego tomar camino alternativo, para posteriormente subir una huella para automóviles por un sendero desde los faldeos del cerro hasta el pique.



Ilustración 16 Acceso Faena Minera La Petaca.

5.2.2.3.2 Climatología Local

La comuna de las Cabras presenta un tipo de clima templado cálido, de la clase del subsistema cordillera montañosa. Que se caracteriza por veranos cálidos y secos e inviernos lluviosos, frescos y húmedos.

Las precipitaciones son algo menores que en el litoral, su régimen pluviométrico fluctúa entre los 300 y 520 milímetros anuales.

El régimen térmico en la región es templado cálido (Mediterráneo). Las amplitudes térmicas de la comuna de Las Cabras se caracterizan por poseer una temperatura media anual de 14°C, presentando además rangos de homogeneidad y por lo tanto de poca amplitud térmica, con máximas en el mes de enero y mínima en el mes de junio.

En términos agro climáticos, la clase subsistema montañosa permite la existencia de ambientes particulares que presentan condiciones para el desarrollo de una cubierta vegetal, en la que destaca la formación del “Bosque siempreverde Esclerófilo”, boldo y peumo.

5.2.2.3.3 Contexto Geológico Regional

Las unidades litológicas correspondientes al sitio en estudio, corresponden mayoritariamente a un intrusivo plutónico de composición diorítica o monzodiorítica, de edad Cretácico Inferior a Superior, que intruye secuencias volcánicas y sedimentarias marinas del Cretácico Inferior, posiblemente asociadas a la formación Lo Prado.

5.2.2.3.4 Existencia y Calidad de Agua Subterránea e Identificación de Cursos de Agua Superficial.

No se encuentran aguas subterráneas cercanas al sitio en estudio. Las aguas superficiales se encuentran a una distancia de 500 metros de la Faena minera la Petaca, el cual corresponde a un canal de regadío. El canal forma parte de la red hidrológica del río Cachapoal y de la subcuenca del mismo nombre. Su uso corresponde a riego y recreacional.

5.2.2.3.5 Caracterización Hidrológica Básica

Según datos e información hidrogeológica obtenida desde la Gobernación Regional de O'Higgins, en el área de influencia se presenta la siguiente serie litológica: KTLv.

Serie Litológica KTLv: Se presenta en rocas porosas o fracturadas, con importancia hidrogeológica relativamente baja a nula. Unidades en depósitos consolidados o rocas. Materiales con permeabilidad secundaria asociada a fracturamiento y/o alteración superficial. El tipo de acuífero corresponde a zonas acuíferas conexas a incremento localizado en el fracturamiento y/o alteración; permeabilidad muy anisotrópica, decreciente en profundidad. Posee un atractivo nulo-bajo en zonas con permeabilidad secundaria por alteración y/o fracturamiento.

5.2.2.3.6 Relación entre Aguas Subterráneas y Superficiales.

No se encuentran aguas subterráneas cercanas al sitio en estudio. Las aguas superficiales corresponden a un canal de regadío, el cual se localiza a una distancia de 500 metros de la faena minera la Petaca, los usos corresponden a regadío y recreacional.

5.2.2.3.7 Identificación de Tomas de Agua.

El canal de regadío, escurre a 500 metros de la Faena Minera La Petaca. Su uso es preferentemente recreacional y de riego, principalmente de las plantaciones y cultivos del valle aledaño a los cerros en donde se ubica la faena minera. El Canal forma parte de la red dendrítica correspondiente a la subcuenca del río Cachapoal, que a su vez forma la Cuenca del Río Rapel.

5.2.2.4 Estudio de los Receptores

Faena ubicada en la comuna de las Cabras. La historia de la comuna, se remonta a tiempos inmemoriales, cuando este lugar era habitado por los Picunches, indígenas bautizados como promaucaes por los españoles. Entre los extensos territorios que abarcó la encomienda recibida por Doña Inés de Suárez en 1544 figura esta comuna, que fue utilizada para la crianza de cabras, ya que el 90% de los terrenos eran secos y muchos de éstos no eran aptos para la agricultura, razón por la cual fue denominada como La Cabrería. La comuna de Las Cabras se encuentra ubicada en la Provincia de Cachapoal, Región de O'Higgins. Limita al norte con la Región Metropolitana, al sur con las comunas de Peumo y Pichidegua, al oriente con la comuna de Coltauco y al poniente con el Lago Rapel.

5.2.2.4.1 Localización

La Comuna de las Cabras se ubica en la provincia de Cachapoal en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta posee una superficie de 763 Km², una población de 20.242 habitantes y una densidad poblacional de 27 hab/km². La comuna ocupa el extremo noroeste de la provincia mencionada, ocupando terrenos de la Cordillera de la Costa y del Valle Central.

El sitio se encuentra emplazado en el sector de San Andrés, cerro las Palmerías por la Ruta H-780 a 1.5 kilómetros al sur del poblado de Cocalán. Sus Coordenadas son: Este: 289914 y Norte: 6210244.



Ilustración 17. Imagen de Google Earth. Acceso a la Faena Minera La Petaca.

Los receptores humanos potencialmente expuestos son los 23.857 habitantes de la comuna de Las Cabras según la información del Censo 2002 y proyección del 2012. Esto se debe al fácil transporte de los contaminantes de la faena minera abandonada mediante las dinámicas meteorológicas.

Con respecto al receptor ecológico se considera una potencial fuente de contaminación los valles y quebradas circundantes al sitio, depositándose a través del viento material particulado proveniente de la faena abandonada, el cual se deposita en la vegetación y en el suelo, infiltrándose potencialmente a las napas subterráneas y las aguas superficiales. Con respecto a la flora asociada, esta corresponde a quillay, peumo, boldo, litre, espino, álamos, pinos, eucaliptos, nogales, castaños, zarzamoras y especies de frutales, vides y hortalizas destinadas a la explotación agrícola. En relación a la fauna predominante, los animales son quiques, conejos, liebres, coipos, ratones, chillas y guiñas, garzas chicas, y entre las aves, cóndores, patos cortacorriente, perdices cordilleranas y loros trichahue.

El área de estudio se encuentra a 1500 metros a las viviendas más cercanas y a la distancia de 500 metros de las aguas superficiales.

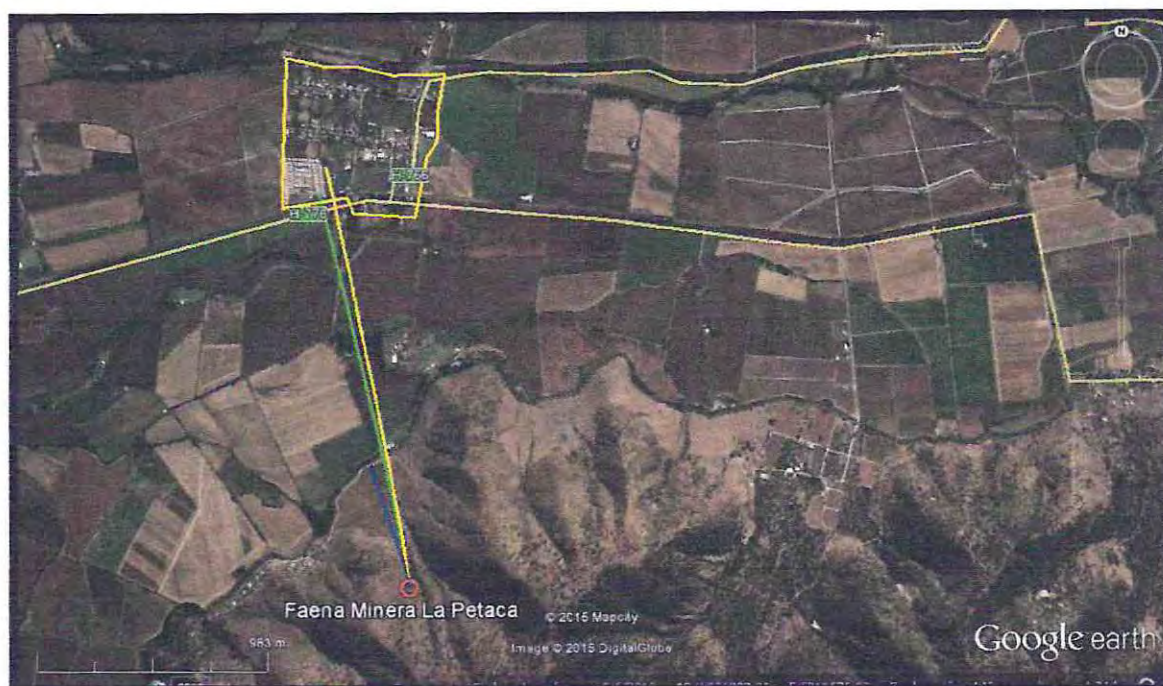


Ilustración 18. Imagen de Google Earth Faena Minera La Petaca, Altura 4,2 km

Foto Interpretación de Faena Minera La Petaca	
Faena Minera Hades , Extracción de oro y cobre	
Poblado de Cocalán Comuna de las cabras	
Curso de agua superficial más cercano 500 metros. Canal de regadío.	
Viviendas a 1500 metros Pueblo de Cocalán	
Carretera principal H – 776, 1,5 Kilómetros	

5.2.2.4.2. Presencia de Sub-Población Sensible

Tabla 21: Población por grupos de edades de la comuna de Las Cabras

Edad	2002	2012	% según Territorio 2012		
			Comuna	Región	País
0 a 14	5.367	5.017	21,03	21,75	21,77
15 a 29	4.355	5.196	21,78	23,01	24,56
30 a 44	5.234	5.027	21,07	21,29	21,08
45 a 64	3.458	6.071	25,45	24,21	23,08
65 y más	1.828	2.546	10,67	9,73	9,52
Total	20.242	23.857	100	99,99	100,01

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Los receptores más sensibles de la comuna de Las Cabras son los pobladores con las edades más extremas, debido a que son más susceptibles a sufrir problemas de índole sanitario, alcanzando la cantidad de 7.195 habitantes, correspondiente a un 31,70% del total de la población.

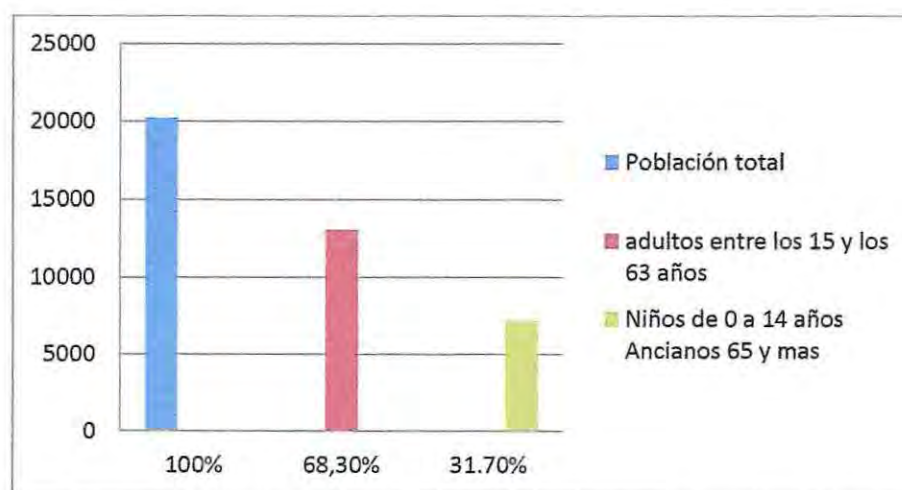


Gráfico 3. Población por grupos de edades de la comuna de Las Cabras, Faena Minera La Petaca.

5.2.2.4.3 Patrón de actividad de los receptores

Las actividades realizadas por los habitantes de Las Cabras son mayoritariamente agricultura ganadería caza y silvicultura, la cual corresponde a un 75% del total de las actividades realizadas en la comuna.

Tabla 22: Número de trabajadores por actividad en la comuna de Las Cabras, Faena Minera La Petaca.

Origen	Comuna			Región			País		
	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2.185	6.263	6.430	134.471	140.812	130.103	751.280	797.203	723.829
Pesca	0	0	0	1.664	1.983	1.016	55.356	66.474	44.858
Explotaciones de Minas y Canteras	28	22	27	1.017	1.000	1.268	61.924	77.081	84.349
Industrias manufactureras no metálicas	1	0	14	21.467	24.441	23.296	542.998	595.103	581.357
Industrias manufactureras metálicas	56	69	52	5.858	7.095	6.860	214.087	249.442	255.733
Suministro de electricidad, gas y agua	12	13	23	413	763	819	27.798	31.668	34.610
Construcción	462	347	249	23.301	24.697	24.267	1.018.769	1.155.742	1.099.563
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	366	529	398	30.306	39.870	40.118	974.981	1.134.332	1.155.785
Hoteles y restaurantes	21	21	31	4.352	7.577	7.856	225.210	274.885	288.891
Transporte, almacenamiento y	44	115	274	13.712	13.252	15.043	392.803	473.912	495.613

comunicaciones									
Intermediación financiera	20	23	59	1.924	2.789	4.034	198.453	237.885	238.612
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	156	174	267	23.217	23.054	29.113	862.223	1.043.076	1.152.174
Adm. pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	465	482	480	7.254	7.254	8.958	310.100	310.100	387.477
Enseñanza	68	96	102	11.587	12.640	13.333	335.260	378.259	415.977
Servicios sociales y de salud	0	0	0	5.689	6.577	7.086	174.542	199.477	214.074
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	265	61	90	9.707	11.139	11.101	310.964	338.233	360.543
Consejo de administración de edificios	0	0	0	0	0	0	2.243	4.147	5.501
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0	0	0	0	647	578	1.662
Sin información	0	0	0	30	11	15	355	273	195
Total	4.149	8.215	8.496	295.969	324.954	324.286	6.459.993	7.367.870	7.540.803

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

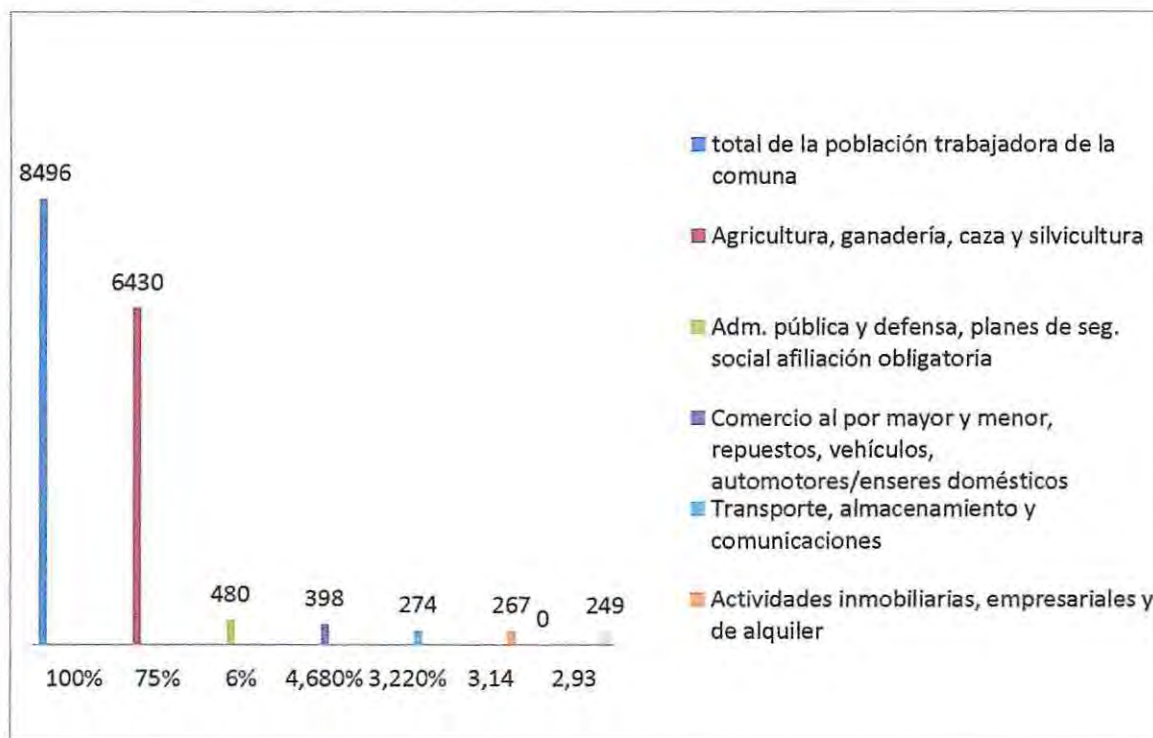


Gráfico 4. Población trabajadora comuna de Las Cabras, Faena Minera La Petaca.

De acuerdo a las tabla y grafico precedente, el patrón de actividad de los receptores corresponde mayoritariamente a actividades ligadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, la cual la convierte en población potencialmente receptiva a la contaminación, debido a que son actividades desarrolladas generalmente al aire libre, otorgando mayor grado de exposición a los potenciales agentes contaminantes provenientes del sitio en estudio.

5.3 FASE 3: Evaluación de Riesgo y Plan de Acción para la Gestión de Suelos con Presencia de Contaminantes de acuerdo a la Información Levantada

5.3.1. Propuesta de Evaluación de Riesgo Ambiental de cada sitio.

El concepto y la evaluación que se desea proponer respecto al riesgo ambiental, tiene, entre otras cosas, el querer establecer el riesgo que la potencial contaminación presente en ambos sitios, supone para los agentes que queremos proteger. Estos pueden ser poblaciones, ecosistemas o cualquier otro recurso.

La evaluación de un riesgo en un Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes debe contemplar la situación actual del sitio, pero a la vez deberá contemplar cualquier situación futura que pueda ser previsible, abordando e intentando asumir la incertidumbre que esto conlleva.

5.3.1.1 Caracterización del SPPC.

De acuerdo a lo señalado, la caracterización del sitio se inicia con la recopilación de los antecedentes que ya hemos levantado en forma previa y que corresponden al aspecto fundamental de esta investigación. Esto a objeto de utilizar de mejor manera el tiempo y los recursos involucrados, de tal forma de enfocar los esfuerzos en la remediación, esto, en el caso de que esta se efectúe.

Esta etapa tiene una directa relación con las actividades futuras que se efectúen, ya que en función de la información que hemos recopilado en las fases previas y que exponemos en esta investigación, se podrá inferir o dilucidar aquellas sustancias y/o elementos presentes en el sitio que serán evaluados.

Las actividades y datos que se requieren para esta etapa, corresponden a

- Delimitación del área de estudio.
- Inspección y descripción del sitio (geología, topografía, hidrología, entre otras)
- Caracterización de los receptores antrópicos.

Como podemos observar, la mayoría de las actividades y datos que se requieren ya fueron recabados en la fase anterior, la cual forma la estructura principal de esta investigación, es por esto que los esfuerzos de esta etapa se orientan principalmente a recopilar y organizar la información existente.

5.3.1.2 Evaluación de la Exposición.

Se deberá realizar una evaluación de la magnitud, frecuencia y duración de la exposición a los contaminantes de interés, considerando las vías en que se encuentra expuesta la población cercana. La información respecto a la exposición, permitirá calcular la dosis, esta corresponde a la magnitud del contaminante que ingresa al interior del organismo por contacto con la matriz ambiental potencialmente contaminada y por la ruta de exposición correspondiente.

Las actividades principales del estudio de evaluación de la exposición, son los siguientes:

- Identificación de las vías de exposición: Esta corresponde, al ejercicio de determinar si cada vía de exposición ha ocurrido en el pasado, está ocurriendo en el presente o se espera pueda ocurrir en el futuro. Es posible identificar tres tipos de vías de exposición: completa, potencial, o incompleta.

Una vía de exposición se considera completa y el receptor se considera expuesto si hay evidencia de que:

1. Todos los elementos de una vía de exposición existen, han existido o van a existir (en un tiempo cercano)
2. Todos los elementos de la vía de exposición están conectados.
3. Los contaminantes están presentes en el medio ambiente de contacto.
4. Los contaminantes están presentes en el punto de exposición.

Finalmente, todas las vías de exposición completas deben ser incluidas en una estimación del riesgo.

- Receptores y escenarios de Exposición: Corresponden a receptores humanos de preocupación, aquellos que presentan mayor susceptibilidad, mayor exposición o que representan alguna característica que los hacen más vulnerables a la exposición se los potenciales contaminantes.

Esta actividad, considera la selección y descripción de los escenarios de exposición hipotéticos, de acuerdo a los antecedentes que se han recabado para el sitio con potencial presencia de contaminantes. En la descripción se debe señalar al menos a los receptores de preocupación que puedan estar expuestos a los medios y a las vías de exposición relacionadas con la situación descrita.

- Desarrollo de un modelo conceptual Detallado: Aquellos requerimientos antes detallados para la elaboración del modelo conceptual en el contexto de la

Investigación preliminar que desarrollamos en esta investigación, son válidos para la elaboración del modelo conceptual detallado. Esta vez, los nuevos antecedentes recabados pueden determinar el descarte o incorporación de nuevos medios de transporte, rutas de exposición, receptores, entre otros.

5.3.1.3 Evaluación de la Toxicidad

Respecto a la evaluación de la Toxicidad, este corresponde a un procedimiento para seleccionar los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en ambos sitios. En esta etapa, se identifica la toxicidad del contaminante a los cuales un receptor puede estar expuesto, identificando la correspondencia entre la cantidad del tóxico y la magnitud del efecto, concepto conocido como la relación dosis –respuesta.

5.3.1.4 Caracterización del Riesgo

La caracterización del Riesgo, resume y combina los resultados obtenidos en la evaluación de exposición y toxicidad, ambos en expresiones cualitativas y cuantitativas. La información de toxicidad se compara contra los niveles de exposición en forma separada dependiendo si la sustancia o elemento es o no cancerígenos.

Para aquellas sustancias cancerígenas, los riesgos se estiman como el incremento en la probabilidad en que un individuo desarrolle cáncer durante su período vital como resultado de la dosis suministrada por la exposición a un agente cancerígeno. Es decir, lo que se calcula es el incremento del riesgo de desarrollar cáncer, conocido como el riesgo Extra de cáncer de por vida (RECV).

Finalmente es importante tener en cuenta que la incertidumbre es una variable que debemos considerar en cualquier análisis de Evaluación de Riesgos.

5.3.2 Propuestas de cierre y remediación de acuerdo al potencial riesgo ambiental de cada sitio.

²⁵Una vez que se comprueba que el sitio en estudio constituye un Suelo con Presencia de Contaminantes (SPC) debido a que presenta un riesgo relevante y que por tanto puede constituir un riesgo para la salud de las personas, se hace necesaria la implementación de un Plan de Acción.

El objetivo de la gestión de sitios contaminados es remediar aquellos sitios que presentan un riesgo significativo a la salud de las personas o el bien que se desea proteger. Las medidas de remediación y las tecnologías de tratamiento a aplicar dependerán de los riesgos para la salud y el medio ambiente detectados, así como los usos futuros que se asignen a las áreas que se desea recuperar.

La evaluación del riesgo proporciona la información para establecer objetivos y prioridades en los planes de remediación, siendo estos particulares en cada caso. Estos planes deben elaborarse sobre la base de la implementación de medidas de control costo eficientes. Es por esto que de acuerdo a lo mencionado anteriormente, para reducir el riesgo de un sitio específico será necesario contar con un instrumento que permita abordar la problemática mediante la implementación de medidas específicas y sobre la base de un objetivo de remediación establecido.



²⁵ Es dable aclarar que la comprobación del contaminante y del plan de acción que se debe abordar, no forman parte de la investigación de esta tesis, ya que esta aborda la investigación preliminar que determina o no si un sitio debe ser objeto de una evaluación confirmatoria y de un plan de acción de acuerdo a cada sitio.

5.3.2.1 Generación de una estrategia

Se deberá generar una estrategia a objeto de afrontar la situación de contaminación, e informar a la comunidad sobre los riesgos encontrados y las medidas de gestión sencillas que permitan aminorar el riesgo en forma inmediata. La estrategia para afrontar el problema de contaminación deberá considerar aspectos administrativos, técnicos y administrativos. Referente a aspectos administrativos, como primera medida, deberán ser convocados los Órganos de Administración del Estado con competencia, a objeto de desarrollar y levantar las medidas de control aptas y específicas para los sitios estudiados. En la generación de la estrategia al menos deberemos considerar los siguientes tres aspectos.

- **Comunicación del Riesgo**

El objetivo principal de la comunicación del riesgo consiste en generar un entorno de comunicación basado en la confianza y credibilidad, que permita, que permita a la comunidad acceder a una adecuada información respecto a la situación ambiental en cuestión, brindando elementos de juicio, de manera tal que los involucrados adopten una posición reflexiva y colaborativa ante la situación planteada. . De esta manera en esta etapa es necesario aclarar e informar, al menos los peligros de la situación de contaminación, la probabilidad que se manifiesten y las consecuencias y daños previsibles.

- **Implementación de Acciones Inmediatas y a Corto Plazo**

Dependiendo de la gravedad del riesgo encontrado, en algunos casos se hace necesario la Implementación de acciones de control de rápida aplicación, las que van desde la instalación de señalética o de cierres perimetrales en el sitio, hasta la implementación de técnicas de contención sencillas, cuya necesidad deberá evaluarse en cada caso.

- **Medidas de Control a Mediano y Largo Plazo.**

A objeto de disminuir el riesgo encontrado y llevarlo a niveles aceptables de forma definitiva o a largo plazo, se deberán implementar medidas de mediano y largo plazo, considerando las alternativas de remediación existentes.

De acuerdo a las alternativas de selección más usadas y por ende más idóneas para enfrentar este problema, corresponden a las sugeridas por US EPA²⁶ En una primera instancia, se aplican seis etapas que permiten la selección preliminar de tecnologías y procesos para la remediación, los que se combinan para generar alternativas de remediación. A continuación, se describen los pasos a seguir:

²⁶ US EPA (1998) Guidance for Conducting Remedial Investigations and feasibility Studies Under Cercla .pp 4-3 – 4.24

1. Definición de los objetivos de la remediación en función de los contaminantes y medios de interés, las rutas de exposición y los Valores Objetivo de Remediación (VOC). Estos últimos pueden ser derivados a partir de criterios de toxicidad, factores de exposición sitio-específicos y niveles de riesgo aceptable.
2. Identificación de opciones de remediación aplicables para los medios ambientales de interés definidos, ya sean de contención, tratamiento, excavación, extracción u otras. Estas, en forma separada o combinada, en función de la factibilidad de cada una de estas de satisfacer los objetivos de la remediación determinados en el paso anterior.
3. Delimitación de la contaminación, estimando el área/volumen del medio en que las acciones de remediación serán aplicadas, tomando en consideración los requerimientos identificados en la determinación de los objetivos de remediación y la caracterización físico química del sitio contaminada.
4. Identificación y selección de tecnologías aplicables para cada opción de remediación, descartando aquellas tecnologías que presenten impedimentos técnicos para implementarlas en los sitios en estudio.
5. Identificación y evaluación Preliminar de opciones de procesos específicos disponibles para cada tecnología aplicable, considerando criterios de efectividad, factibilidad de implementación y costos asociados , para seleccionar así procesos representativos para cada tipo de tecnología seleccionada.
6. Evaluación de combinación de tecnologías seleccionadas, explorando la gama de potenciales soluciones de remediación en función de los tratamientos seleccionados, generando alternativas de remediación.

5.3.2.2 Evaluación e Implementación de Propuestas de Alternativas de Remediación.

La implementación de propuestas de alternativas de Remediación se estipula y seleccionan a objeto de buscar las mejores alternativas que nos permitan disminuir el riesgo encontrado y llevarlo a niveles aceptables de forma definitiva o a largo plazo. En esta instancia, se aplican seis pasos que permitan la selección preliminar de tecnologías y procesos para la remediación.

1. Definición de objetivos de la remediación, en función de los contaminantes y medios de interés, las rutas de exposición y los valores objeto de remediación. Estos últimos pueden ser derivados a partir de criterios de toxicidad, factores de exposición sitio-específico y niveles de riesgo aceptable.
2. Identificación de las opciones de remediación aplicables para los medios ambientales de interés definidos, ya sean de contención, tratamiento, excavación, extracción o otras. Se podrán implementar de manera separada o combinada.
3. Delimitación de la contaminación,, estimando el área o volumen del medio en el que las acciones de remediación serán aplicadas, tomando en consideración los requerimientos identificados en la determinación de los objetivos de remediación y la caracterización físicoquímica del sitio.
4. Identificación y selección de tecnologías aplicables para cada opción de remediación, descargando aquellas tecnologías que presenten impedimentos técnicos para implementarlas en los sitios en estudio.
5. Identificación y Evaluación Preliminar de opciones de procesos específicos disponibles para cada tecnología aplicable, considerando criterios de efectividad, factibilidad de implementación y costos asociados para seleccionar así procesos representativos para cada tipo de tecnología seleccionada.
6. Evaluación de combinación de tecnologías seleccionadas, explorando la gama de potenciales soluciones de remediación en función de los tratamientos seleccionados, generando alternativas de remediación

5.3.2.2.1 Tecnologías de Remediación

Las Tecnologías de remediación de acuerdo a varios estudios internacionales, principalmente de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, indican que estas pueden agruparse en función de sus características de operación o finalidad, según los siguientes criterios.

1. Lugar en que se aplica la remediación: Dependiendo del lugar de aplicación del proceso, existen tratamientos in situ, que actúan sobre los contaminantes en el lugar en que se localizan, los cuales suelen requerir menos manejo, pero que generalmente son más lentos y difíciles de llevar a la práctica debido a la dificultad que se presenta al tener un contacto directo entre el suelo contaminado con el resto del suelo que no requiere contaminación. Por otra parte tenemos los tratamientos ex situ que requieren la excavación previa del suelo para su posterior tratamiento, los cuales suelen ser más costosos pero también más rápido, consiguiendo normalmente una recuperación más completa de la zona afectada.
2. Objetivo de la remediación: En función de los objetivos que se quieran alcanzar para remediar el suelo contaminado, se presentan las siguientes técnicas.
 - a) Técnicas de Contención: esta técnica aísla el contaminante en el suelo sin actuar sobre él, generalmente mediante la aplicación de barreras físicas en este último.
 - b) Técnicas de confinamiento: Esta técnica, reduce la movilidad de los contaminantes en el suelo, a objeto de evitar su migración, actuando directamente sobre las condiciones fisicoquímicas bajo las que se encuentran los contaminantes.
 - c) Técnicas de Descontaminación: estas están dirigidas a disminuir la concentración de los contaminantes en el suelo.
3. Tipo de tratamiento utilizado: Respecto a la clasificación de las tecnologías según el tipo de tratamiento aplicado se pueden distinguir las siguientes:
 - a) *Tratamientos Biológicos*: Los tratamientos biológicos o tecnologías de bioremediación utilizan organismos vivos tales como plantas, hongos, bacterias, etc, para la degradación, transformación o remoción de compuestos orgánicos tóxicos, dependiendo de las actividades catabólicas de los organismos y de su capacidad natural para utilizar los contaminantes como fuente de alimento y energía.

Las rutas de biodegradación de los contaminantes orgánicos varían en función de la estructura química del compuesto y de las especies microbianas degradadoras involucradas, pudiendo incluir reacciones de óxido – reducción, procesos de sorción e intercambio iónico e incluso reacciones de acomplejamiento y quelación, que resultan en la inmovilización de metales. Las tecnologías de bioremediación pueden emplear organismos propios del sitio contaminado (nativos), o de otros sitios (exógenos), pueden realizarse in situ o ex situ, en condiciones aerobias o anaeróbicas entre otras condiciones características.

- b) *Tratamiento Fisicoquímico*: Los tratamientos físico químicos aprovechan las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes o del medio contaminado

para la destrucción, separación o contención de la contaminación. Este tipo de tecnologías generalmente son efectivas en cuanto a costos y pueden concluirse en períodos cortos, sin embargo, los costos pueden incrementarse cuando se utilizan técnicas de separación donde los contaminantes pueden requerir de tratamiento o disposición final. Al igual que las tecnologías de remediación, las físico químicas pueden realizarse In situ como Ex situ.

- c) *Tratamientos Térmicos*: Al igual que las tecnologías físico químicas y a diferencia de las biológicas, los tratamientos térmicos incluyen la destrucción, separación y/o inmovilización de los contaminantes presentes en el medio. Las tecnologías térmicas de separación, producen vapores que requieren de tratamiento o disposición final. Los procesos térmicos ofrecen tiempos rápidos de limpieza, pero son generalmente de alto costo debido a los costos propios en demanda de energía y equipos específicos, además de ser intensivos en mano de obra. La mayoría de las tecnologías térmicas pueden aplicarse In situ y Ex situ.

5.3.2.2.2 Ejemplos de Remediación Ejecutados en Chile

Para el saneamiento y recuperación de suelos en Chile, el principal método utilizado corresponde a la excavación, retiro y reposición del suelo afectado. Adicionalmente, dada la heterogeneidad de suelos que posee Chile y la naturaleza diversa de los contaminantes, algunas de las otras tecnológicas que presentaremos corresponden a Fitorremediación, Biorremediación y Electroremediación.

- a) **Excavación, Transporte y Disposición**: Este tipo de remediación, consiste básicamente en el retiro del suelo contaminado y su posterior traslado y disposición en un lugar fuera del área de riesgo (EX situ). Un proyecto emblemático de este tipo es la Recuperación de Terrenos en el sector de “Las Salinas” en la V región.

El objetivo del proyecto fue el retiro de las instalaciones petroleras subterráneas que se encuentran en el lugar, para que, una vez concluida, se proceda a la recuperación de los suelos. El saneamiento de los terrenos se realiza hasta cumplir los niveles de concentración aceptables dados por la aplicación de un modelo de riesgo, que define los niveles de concentraciones que no revistan riesgo para la salud humana, de acuerdo al futuro uso residencial que se le dará al terreno.

El proyecto, plantea niveles de concentración límite (Valores Objetivos de Concentración, VOCs) para hidrocarburos y otros compuestos en el suelo y aguas subterráneas, de modo que los usos futuros como agricultura y extracción de agua para consumo humano, queden restringidos.

- b) **Fitorremediación**: Los estudios de prospección de la flora presentes en los sitios impactados se centra en la búsqueda de especies que se caracterizan por ser hiperacumuladores de metales, ejemplo de esto es *Oenothera Affinis*, especie

acumuladora de cobre (Gonzalez et al.,2008) perteneciente a la zona central del país. En otros estudios se determinó la acumulación del mismo metal en las raíces y hojas de especies de flora presentes en tranques de relave al norte de Chile, a partir del cual se encontró que la especie nativa *Schinus polygamus* y *Atriplex deserticola*, acumuló sobre 1,2 g de cobre por Kg en sus hojas, mostrando que son pseudometalófitas, además se reportó que cinco de las especies estudiadas pueden ser consideradas fitoextractora y cuatro fueron aptas para fotoestabilización de sitios contaminados con cobre, cabe señalar que esta evidencia sirve de base para desarrollar fitorremediación en sitios semi áridos y en relaves mineros (Ortiz – Calderón, 2008).

Parte importante de los estudio realizados de fitorremediación, se han enfocado en zonas que se han visto impactadas por la actividad minera, en la región central por el emplazamiento de fundiciones y en la zona norte del país en los tranques de relaves , buscando solucionar el problema de polvo suspendido y además en la estabilización de metales a nivel de raíces . Dado que las condiciones de los tranques y suelos impactados no son las más propicias para la revegetación debido principalmente a la falta de materia orgánica , limitaciones de nutriente y potencial toxicidad de los metales presentes , se ha estudiado a nivel local algunos sustratos como mejoradores de suelo.

En el marco del proyecto Innova Corfo sobre “Uso de recursos filogenéticos nativos para la fitoestabilización de depósitos de relaves en la Región de Coquimbo”, desarrollado por el Centro de Investigación Minera y metalúrgica (CIMM) y co ejecutado por el Centro Regional Intihuasi del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), se describen los principales acondicionadores para relave que pueden encontrarse en la zona Centro Norte de Chile. Entre acondicionadores de tipo orgánico se encuentran los biosólidos, guanos, compost, desechos agrícolas orgánicos (orujos y alperujos), podas y desechos de madera que se caracterizan por ser fuentes de nutrientes y de materia orgánica, algunos presentan propiedades quelantes y de mejora en la retención de agua, en relación a los inorgánicos se mencionan Marinas o estériles , ripios de Lixiviación que permiten un mejoramiento de texturas finas (mejora compactación y drenaje), por otro lado , los sedimentos de canales de regadío y los suelos de escarpe además de proveer un mejoramiento de textura, aportan semillas y nutrientes La cal y conchuela son fuentes de calcio soluble que son acondicionadores de pH, neutralizando los sustratos ácidos del relave . cabe señalar que este proyecto también desarrolló estudios a escala piloto de fitorremediación que permitió sentar las bases para una guía metodológica sobre la fitoestabilización de tranques de relaves.

- c) **Biorremediación:** Las tecnologías de Biorremediación de suelos contaminados fueron desarrolladas para acelerar el proceso natural de la recuperación de suelos. Este efecto es logrado mediante la optimización de la capacidad natural de microorganismos para degradar un contaminante, proporcionando las condiciones esenciales para el crecimiento y la biodisponibilidad del contaminante, así como la reducción del estrés abiótico sobre la microflora. (Rubilar, O., 2007).

En Chile, una de las principales actividades con mayor riesgo ambiental es la minería metálica, representada en su gran mayoría por la extracción de cobre, el cual tiene un amplio poder modificador del paisaje, además de descargas de residuos tóxicos. Por otra parte, algunos suelos en el sur de Chile se han visto afectados por derrames y confinamientos de petróleo crudo, producto de la actividad petrolera imperante en la zona. Asimismo el suelo también sufre la contaminación de residuos de pesticidas y otros productos agroquímicos, como los herbicidas y los fertilizantes, pues la agricultura chilena ha sufrido una verdadera revolución tecnológica desde fines de los setenta, basado en un uso masivo de agroquímicos (Montenegro, F., 2007). Con miras a la recuperación de estos suelos mediante métodos biológicos, se están investigando numerosas alternativas de biorremediación. En el desierto de Chile, la región de Atacama se ha visto afectada por las operaciones mineras y los repetidos derrames de fuel-oil que han dado como resultado unas mezclas complejas de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, los que son considerados por la legislación chilena como residuos peligrosos. Por esta razón se evaluó a escala de laboratorio una tecnología de biorremediación para tratar suelos contaminados de mineras de la región con concentración de combustible >50.000 mg/kg. Para esto se utilizó reactores de compostaje de 5 tipos de suelo contaminado mezclado con aserrín a temperaturas entre 30°C y 40°C, con una humedad constante de 50% y aireación continua de 16L/min durante 56 días. Finalmente se concluyó que la mezcla de suelo contaminado con aserrín en una proporción de 1:3 se logra una máxima eliminación de hidrocarburos (Godoy, A. et al., 2007).

En el mismo campo de la biorremediación, en la Región de Magallanes se recolectaron muestras de suelos afectados y no afectados con petróleo crudo y se aislaron bacterias para posteriormente seleccionar las cepas con capacidad hidrocarburoclítica en cultivos en agar y caldo mineral adicionado con petróleo crudo. Se aislaron un total de 240 cepas bacterianas, de las que presentaron mejor crecimiento fueron *Bacillus coagulans* y *Bacillus brevis*, las que fueron seleccionadas para realizar la cinética de degradación de petróleo crudo, lo que mostró que al día 30 de la cinética ambas cepas fueron capaces de degradar un amplio rango de grupos funcionales constituyentes de petróleo crudo, entre ellos grupos alifáticos y aromáticos (Montenegro, F., 2007).

Para el caso de los metales, un tipo de contaminantes que, a diferencia de los compuestos orgánicos como hidrocarburos o agroquímicos, no se pueden degradar, el posible riesgo que puedan presentar a los distintos receptores depende de su biodisponibilidad. Dado esto, se ha realizado en Chile estudios sobre un tratamiento que permita disminuir la biodisponibilidad de los metales, esto mediante un cambio de especiación química que estabilice los metales utilizando microorganismos sulfato reductores.

En los proyectos de remediación con microorganismos, uno de los más relevantes realizados en el país, debido a su escala, es la “Biorremediación de suelos en la Región de Magallanes”. En esta Región se encuentra la mayor extracción de petróleo en Chile, esta actividad se realiza gracias a la previa exploración y pronta extracción del petróleo a partir de pozos. Estos pozos están presentes desde las primeras décadas del siglo XX, y hasta la fecha existen alrededor de 1100 ductos de extracción. Cuando el recurso se agota, los pozos no tienen mayor uso y presentan un potencial de contaminación. Por esta razón, la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) formuló en el año 2005 un programa de Saneamiento de Pasivos Ambientales, que tiene como objetivo descontaminar pozos pasivos y realizar una recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, lo cual contempla hacerse cargo de una herencia ambiental histórica que obedeció a prácticas propias del quehacer petroleros de las primeras décadas en las zonas donde se desarrollaron las actividades de exploración y explotación petrolera. El proyecto utilizó 3 tipos de metodologías de saneamiento de fosas, consistentes en remediación a través de bioestimulación, sistemas de aireación y adición de material orgánico. La primera tecnología

- d) **Electroremediación:** La electroremediación ha sido utilizada en relaves mineros con el objetivo de aumentar la eficiencia de remoción de cobre. En estudios realizados anteriormente, se evaluó el efecto del voltaje aplicado, el período de voltaje alternado y el tiempo de remediación, obteniendo se como resultado que al decretar el voltaje efectivo semeja la acción remediadora. Asimismo se comprobó que el aumentar el tiempo de remediación, aumenta la cantidad de material remediado.

Otro estudio reconocido, corresponde a la implementación de electrodos bipolares en el material poros, que permite una ruta de migración más corta y un aumento de la conductividad eléctrica en el sistema de remediación. Este método fue realizado en relaves de la mina el teniente, mostrando gran porcentaje de remoción en comparación con lo obtenido sin los electrodos bipolares.

6. Conclusiones

De acuerdo a la investigación desarrollada, se ha determinado que en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, existe una gran cantidad de sitios con potencial presencia de contaminantes, algunos de ellos se encuentran inactivos lo que los convierte en Pasivos Ambientales.

Nuestra investigación, nos entrega información en la cual pone de manifiesto que la actividad minera y los vertederos abandonados son la principal fuente de sitios potencialmente contaminados.

La primera actividad mencionada corresponde a que la Región corresponde a una zona minera de excelencia, encontrándose la gran minería del cobre, como es CODELCO Chile y la mina El Teniente, una de las minas subterráneas más grandes del mundo. La gran cantidad de mineral existente en la región, lleva consigo el otorgamiento de gran cantidad de permisos de explotación a medianos y pequeños mineros e incluso pirquineros, quienes en condiciones precarias explotan el mineral, atacando el cerro desde distintos flancos, sin las medidas de seguridad correspondientes, como tampoco medioambientales. En la mayoría, estas actividades se realizan en un espacio de tiempo inferior a 10 años, en el cual se explota el mineral encontrado hasta prácticamente agotar el recurso. Posterior a esto, el pirquinero abandona el lugar sin ningún resguardo medioambiental, como tampoco tomando las precauciones para entregar el sitio en condiciones que se asemejen a lo existente antes de su explotación.

Esto hace que el sitio, se encuentre en completo abandono, con condiciones de degradación del territorio, depreciación del suelo, contaminación del agua y suelo, etc., permaneciendo de esta forma por largos períodos.

Ambos sitios en estudio fueron sometidos, de acuerdo a la metodología desarrollada, al desarrollo de una encuesta, a objeto de conocer si los sitios en estudio, eran meritorios de ser priorizados con el fin de ingresar a la categoría de sitios con potencial presencia de contaminantes. Los sitios luego de pasar la primera etapa, en la cual se pone de manifiesto que los sitios pueden ocasionar problemas a la salud de las personas y el medio ambiente, entran en una segunda etapa en los cuales ambos sitios son jerarquizados.

Para jerarquizar los sitios en estudio, fue necesaria la aplicación de la ficha de inspección, en la cual se levanta información primordial y detallada del sitio. La ficha se realiza en terreno, dando cuenta que ambos sitios cumplen con los requisitos básicos para ser consignados como suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes con mediana jerarquía.

La identificación, mitigación y una posible reparación de los pasivos ambientales, que comparten territorio con actividades industriales claves en la economía de la región, debe ser el primer paso para prevenir efectos negativos en la economía regional.

Es por esto, que la metodología para la identificación de los sitios abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes, contribuyó a la detección de estos dos sitios con riesgo de exposición a potenciales contaminantes. De estos sitios, al recibir una efectiva aplicación de la ficha, se logró realizar una buena identificación en gabinete del área de influencia del sitio, lo cual llegó a detectarlos en terreno y finalmente se logró constatar su existencia sin la necesidad de generar grandes gastos en su búsqueda.

Luego de este primer resultado, fue necesario seguir avanzando en la planificación metodológica, que nos permita realizar la evaluación preliminar del riesgo.

Esta investigación determinó que los sitios presentan sospecha de contaminación debido al uso que tuvieron durante años. Esto sumado a la cercanía con comunidades adyacentes al sitio, aguas subterráneas y superficiales cercanas, potencialmente contaminadas y cultivos en las inmediaciones, es que se define que existen los antecedentes necesarios para determinar la presencia de fuentes, rutas y receptores en el sitio que nos permiten acreditar la existencia de un posible riesgo.

Como hemos mencionado a lo largo de este trabajo, la investigación desarrollada no incluye una investigación confirmatoria, la cual debe determinar las concentraciones y extensión de los contaminantes existentes en el sitio y compararlos con valores de referencia (previamente establecidos) para determinar si existen indicios de contaminación significativa. Esto principalmente debido a que esta fase requiere la asignación de recursos necesario para llevarla a cabo, por lo tanto será motivo de una investigación aparte.

De acuerdo a la presencia de antecedentes que nos permiten determinar que existe un posible riesgo, tanto para la salud de las personas, como para el medio ambiente, finalmente, a modo de propuesta de acuerdo al paisaje natural como cultural del entorno, es que se proponen una serie de alternativas, algunas de ellas probadas y realizadas en Chile.

Finalmente creemos que las medidas de control ambiental en los Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes, sería la acción efectiva y definitiva en el tratamiento de los pasivos ambientales de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Se necesita y precisa que un conjunto de acciones de manera multidisciplinaria acorde a la metodología, utilice al máximo su potencial como instrumentos de gestión ambiental.

7. Bibliografía

BCN Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Reporte Estadísticos Comunales <http://reportescomunales.bcn.cl/index.php/P%C3%A1gina_principal>.

CONAMA - Comisión Nacional del Medio Ambiente. Política nacional para la gestión de sitios con presencia de contaminantes. Santiago, 2009.

CUZCANO CHUMPITAZ, Roberto. Gestión Ambiental de Sitios Contaminados: Evaluación Inicial, Evaluación de la Exposición y Remediación utilizando Tecnologías Innovadoras. Ilo-Moquegua - Peru, 2001

DÍAZ-BARRIGA, F. Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados - OPS, Organización Panamericana de la Salud. Lima, 1999.

FUNDACIÓN CHILE. Guía Metodológica para la gestión de Suelos con potencial Presencia de Contaminantes. Chile, 2012.

INFORME AMBIENTAL, EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. Memoria Plan Regulador de Las Cabras. Las Cabras, 2013.

INE Instituto Nacional de Estadísticas. Censo Nacional de Población y Vivienda. Chile, 2002.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, SURGEY; "et al". Mecanismos de Fitorremediación de Suelos Contaminados con Moléculas Orgánicas Xenobióticas. Mexico: Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Mexico, 2005.

MMA Ministerio del Medio Ambiente. Resolución Exenta N°1690. - Aprueba metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos abandonados con presencia de contaminantes. Santiago, Chile, Diciembre de 2011.

MINISTERIO DE SALUD, D.S 148: Reglamento sobre Manejo de Residuos Peligrosos, Chile 2003.

MINISTERIO DE MINERÍA. Reglamento de Seguridad Minera Decreto Supremo N° 132, Chile 2002.

MINISTERIO DE MINERÍA. Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. La Ley 20.551, Chile.

OBLASSER, A., y CHAPARRO, E. Estudio comparativo de la gestión de los Pasivos Ambientales Mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. CEPAL. Santiago, Chile, Mayo de 2008

SEREY, ITALO; "et al". Libro Rojo de la Región de O'Higgins, Corporación Nacional Forestal – Universidad de Chile. Rancagua, Chile, 2007.

SERNAGEOMIN - *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Manual de Evaluación de Riesgos en Faenas Mineras paralizadas o abandonadas. Golder Associates, Chile 2008.

SERNAGEOMIN - *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Catastro de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas - Análisis Preliminar de Riesgo, Proyecto FOCIGAM - JICA. Santiago, Chile 2007.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, Reglamento D.S 40, Chile 2013