



Universidad del Desarrollo
Facultad de Derecho

BOTADEROS DE ESTÉRIL

Cierre parcial de faenas mineras

POR: CARLOS ALEXIS CIFUENTES BADILLO

Tesina presentada a la Facultad de Derecho de la Universidad del Desarrollo
para optar al grado académico de Magister en
Derecho Ambiental

PROFESOR GUÍA:
SR. WINSTON ALBURQUENQUE TRONCOSO

Octubre 2019
SANTIAGO

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

© Se autoriza la reproducción de fragmentos de esta obra para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

Contenido

RESUMEN	4
1 INTRODUCCIÓN.....	8
2 MATERIAL ESTÉRIL O MARINAS DE RECHAZO EN EL CONTEXTO MINERO.....	10
3 BOTADEROS DE MATERIAL ESTERIL Y/O MARINAS DE RECHAZO. ..	11
3.1 Escenario Nacional en la Minería de Cobre.....	11
3.2 Definición de Botadero de Estéril y/o Marinas de Rechazo.....	12
4 DISEÑO DE BOTADEROS	13
4.1 Necesidad de Contar con un Botadero	13
4.2 Tipos de Botaderos	14
4.2.1 Botaderos en Laderas.....	15
4.2.2 Botaderos en Pilas o Tortas	15
4.2.3 Botaderos en Cráter o Subsistencia.....	16
4.3 Criterios para la Construcción de un Botadero.	17
4.3.1 De carácter general.	17
4.3.2 De carácter geotécnico.	17
4.4 Mantenimiento, Secuencia de Llenado y Vida Útil de los Botaderos ...	18
4.4.1 Mantenimiento	18
4.4.2 Secuencia de llenado.....	18
4.4.3 Secuencia de llenado.....	19
5 PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LOS BOTADEROS	19
6 ANÁLISIS NORMATIVO Y AMBIENTAL.....	21
6.1 Análisis normativo del proyecto minero.....	22
6.2 Identificación de la normativa aplicable al proyecto minero y botaderos.	24
6.2.1 Normativa Ambiental y Sectorial.....	25
6.3 Tramitación Sectorial de Botaderos	31
6.3.1 Permisos para establecer un Botadero de Estériles	33

6.4	Planes de Cierre	35
6.4.1	Planes de Cierre del Proyecto Minero	35
6.4.2	Requisitos para el Cierre Parcial de Botaderos.....	36
7	GARANTIAS LEGALES PARA LA RECUPERACION DEL ENTORNO.....	38
8	CONCLUSIONES.....	41
9	BIBLIOGRAFIA.....	44

RESUMEN

La minería en nuestro país es uno de los procesos con mayor trayectoria y conocimiento por parte de la comunidad, sin embargo, Chile se está transformando en un país con yacimientos antiguos y en los cuales cada vez se deben procesar mayores cantidades de material para cumplir con las metas de producción mensuales en cada proyecto, por lo cual, existe una generación de material estéril o de baja ley que ha ido en aumento de forma exponencial.

La solución a esta problemática, y que es parte normal de todos los proyectos mineros, es la construcción de sectores específicos para el depósito de este material, dichos sectores deben cumplir ciertos requisitos para su construcción y son denominados Botaderos.

En su fase de construcción, operación y cierre los botaderos deben sortear variadas complicaciones que van desde su correcta ubicación, secuencias de llenado y compactación hasta su cierre final cuando cumplen su vida útil (cantidad de material que son capaces de recibir de acuerdo a diseño). Durante todo su ciclo de vida generan impactos ambientales significativos, sin embargo, en su etapa de cierre si no se cumplen los requisitos establecidos por la legislación, estos pueden transformarse en pasivos ambientales.

En la pequeña, mediana y gran minería e independiente de su método de explotación (subterráneo o superficie) se debe contar con botaderos. Aquellos proyectos que dada la cantidad de explotación mensual no ingresan al Sistema de evaluación de impacto ambiental deberán presentar sus planes de cierre en el Servicio Nacional de Geología y Minería el cual será parte de sus proyectos de explotación (sectorialmente), y para aquellos que ingresan al SEA es en esa instancia donde serán revisados.

Además, existe la creación de la ley de cierre de faenas mineras, la que establece los requisitos y garantías para que los planes de cierre sean ejecutados y las obligaciones post cierre.

Lamentablemente en la normativa existente si bien se controlan los cierres de faenas mineras tanto los cierres parciales como totales mediante procedimiento simplificado o general según aplique, y establece las obligaciones principalmente tendientes a asegurar la estabilidad física y química de los proyectos terminados

su etapa de producción, no asegura la recuperación o restablecimiento del ecosistema que fue deteriorado por los proyectos, dejando esta situación a la deriva de la propia capacidad de recuperación del medio ambiente.

La sumatoria de los pasivos en la pequeña minería presenta un alto impacto ambiental, no obstante, debido a diferentes factores esta situación se pierde en los procesos de fiscalización de los organismos sectoriales con competencia ambiental.

Es importante establecer mejoras en la legislación aplicable a proyectos mineros que no ingresan al sistema de evaluación ambiental, desde factores de recuperación ambiental de los ecosistemas afectados por sus procesos productivos, así como también, de los procesos de seguimiento ambiental post cierre.

SUMMARY

The mining in our country is one of the processes with greater trajectory and knowledge on the part of the community, however, Chile is being transformed into a country with old deposits and in which each time greater quantities of material must be processed to fulfill the monthly production goals in each project, reason why, exists a generation of sterile material or of low law that has gone in increase of exponential form.

The solution to this problem, and which is a normal part of all mining projects, is the construction of specific sectors for the deposit of this material, these sectors must meet certain requirements for its construction and are denominated Dumps.

In their construction, operation and closure phases, dumps have to deal with various complications ranging from their correct location, filling sequences and compaction to their final closure when they reach their useful life (amount of material they are capable of receiving according to design). During their entire life cycle they generate significant environmental impacts, however, in their closing stage if the requirements established by the legislation are not met, these can transform into environmental liabilities.

In the small, medium and big mining and independent of its method of exploitation (underground or surface) must have dumps. Those projects that due to the amount of monthly exploitation do not enter the Environmental Impact Assessment System must submit their closure plans to the National Geology and Mining Service, which will be part of their exploitation projects (sectorially), and for those that enter the SEA is in that instance where they will be reviewed.

In addition, there is the creation of the law of closure of mining sites, which establishes the requirements and guarantees for the closure plans to be executed and post closure obligations.

Unfortunately, the existing regulations, although they control the closures of mining sites, both partial and total closures through a simplified or general procedure depending on the application, and establish the obligations mainly tending to ensure the physical and chemical stability of the projects once their production stage is over, they do not ensure the recovery or re-establishment of the ecosystem that was deteriorated by the projects, leaving this situation to the drift of the recovery capacity of the environment itself.

The summation of liabilities in small mining presents a high environmental impact, however, due to different factors this situation is lost in the inspection processes of sectoral agencies with environmental competence.

It is important to establish improvements in the legislation applicable to mining projects that do not enter the environmental evaluation system, from environmental recovery factors of the ecosystems affected by their productive processes, as well as environmental post-closure monitoring processes.

1 INTRODUCCIÓN

Nuestro país es reconocido a nivel mundial por ser un territorio minero, sin embargo, esta condición no se debe solo por ser el primer productor de Cobre, y poseedor de más del 30% de las reservas mundiales, sino que también, a nivel nacional existen otros recursos minerales metálicos y no metálicos.

Dada la configuración geológica del territorio chileno, resultante de su ubicación particular y distribución, el país cuenta con una importante variedad de recursos minerales en diferentes cotas respecto del nivel de mar. Debido a que los cuerpos mineralizados no se encuentran en la superficie, se deben realizar grandes movimientos de tierra y de material rocoso para llegar a ellos, sin embargo, los beneficios económicos de las reservas minerales existentes en Chile son sin duda, un atractivo de inversión.

Esto ha motivado que importantes empresas nacionales y extranjeras, hayan visto y vean en este sector productivo la oportunidad para emprender el desafío de generar riqueza. Para ellos cuentan con una institucionalidad legal minera, que reúne las condiciones de claridad, de garantía, y estabilidad que esta actividad productiva esencialmente necesita. Lo anterior se ve reflejado particularmente en los siguientes cuerpos legales; la Constitución Política de la Republica de en su artículo 19 N° 24 inciso sexto a decimo, el Código de Minería de 1983, y la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones mineras (18.097). Se ha fomentado incentivar la inversión extranjera, y de responder al desafío de una economía cada vez más globalizada e interdependiente a nivel internacional.¹

La actividad minera genera pasivos ambientales, como resultado del abandono o paralización de una faena minera y que, a pesar de la normativa existente en nuestro país respecto de la protección del medio ambiente, se transforman en problemáticas de contaminación, pérdidas de biodiversidad, disminución en la calidad de suelos, alteración del paisaje y sitios latentes de generar emergencias ambientales a la población. Por lo anterior, se hace imprescindible incorporar las variables ambientales en los diseños mineros por parte de empresas públicas y privadas, y la mejora de la legislación vigente y futura por parte del estado ya que la actual, no responde correctamente a estas variables.

¹ CRISTÓBAL TEJÍAS OLGUÍN, La necesidad de regular los pasivos ambientales mineros en la legislación chilena, mayo 2010.

En complemento, ambientalmente se relaciona el término de pasivo ambiental minero, a los impactos negativos generados por las faenas y operaciones mineras, paralizadas y/o abandonadas con o sin dueño u operador identificables y en donde no se haya realizado un cierre de la mina adecuado. Esto se hace extensivo a aquellos impactos que pueden causar los residuos generados en las distintas etapas del proyecto, y que han sido depositados en presas o escombreras y otra forma de almacenamiento, sin un manejo ambiental adecuado.²

Dentro de los elementos que son considerados potenciales pasivos ambientales mineros encontramos los botaderos de estériles y marinas de rechazo, dichos materiales de descarte pueden o no presentar características mineralógicas, su descarte está dado por las leyes de corte mínimas establecidas para la explotación del yacimiento minero.

Por otro lado, dependiendo de la ubicación geográfica del yacimiento minero y los componentes del ecosistema circundante, resulta siempre un gran desafío en la etapa de planificación minera la designación de los sectores para depositar aquel material que no presenta un valor económico, según su ley de corte, y se transforma entonces, en descarte del proceso minero. La acumulación y acopio de este material debe ser realizada sin comprometer el desmejoramiento de la calidad del ecosistema circundante.

La promulgación de la Ley 19300 en el año 1994 sobre Bases Generales del Medio Ambiente del MINSEGPRES, marcó un hito por establecer las responsabilidades respecto del daño ambiental, no tan solo a las personas, sino que también al medio ambiente y posterior a esto, la entrada en vigencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA)³ vino a complementar y dar solidez a la forma de evaluar los proyectos y a consecuencia la modificación, bajos estos lineamientos, de los procesos productivos mineros.

Con la promulgación en el año 2010 de la Ley 20551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras y su Reglamento del Ministerio de Minería, se

² Daniela Toro Araos, Propuesta para la regulación jurídica de pasivos ambientales mineros: Casos de relaves de Chañaral y Andacollo, Santiago, año 2017.

³ Decreto Supremo N°40/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

presenta la alternativa de realizar cierres parciales de sectores de la faena minera, estableciendo las medidas y actividades que deberán ser implementadas para asegurar la estabilidad física y química de las obras remanentes.

El presente documento tiene la finalidad de entregar de manera simplificada los aspectos técnicos y normativos que se deben tener en consideración para la construcción y posterior cierre de los sectores destinados a la acumulación de material sin valor económico resultante de la explotación de recursos mineros en nuestro país de acuerdo a lo establecido en la normativa.

2 MATERIAL ESTÉRIL O MARINAS DE RECHAZO EN EL CONTEXTO MINERO

Un mineral es una sustancia sólida inorgánica, formada por uno o más elementos químicos definidos que se organizan en una estructura interna. Se encuentra en la superficie o en las diversas capas de la corteza del planeta formando rocas.

Para que un material terrestre se defina como mineral, debe aparecer en forma natural; ser inorgánico y sólido; poseer una estructura interna ordenada, es decir, sus átomos deben estar dispuestos según un modelo definido; y tener una composición química definida. Comúnmente se dividen en dos (2) tipos: i) minerales metálicos y ii) minerales no metálicos.

En la explotación minera el material estéril o con muy baja ley (marina de rechazo) resulta ser una gran problemática respecto de su disposición final, ya que al no contar con un beneficio económico dentro de los procesos de extracción/producción, finalmente dichos materiales se transforman en residuos masivos mineros. Es por ello es imprescindible en toda faena la existencia de un botadero, que corresponde a un lugar específico y adecuado para disponer el material estéril o marinas de rechazo.

De esta forma, un buen lugar para un botadero, lo constituirá el sector que cumpla de mejor manera todas las exigencias para su habilitación, tanto técnicas como económicas.

En la minería, la actividad transporte a disposición final del material estéril se realiza generalmente por acción mecánica mediante la utilización de una flota de

camiones de distintos tonelajes según necesidad y/o cargadores frontales de distinta capacidad hacia un desnivel topográfico (construcción de tortas o una quebrada ubicado en las proximidades de la bocamina (minería subterránea) o rajo (minería a rajo abierto)). La obra de construcción que se crea en esta etapa del proceso minero, se denomina botadero de estéril (material sin o con muy baja ley).

3 BOTADEROS DE MATERIAL ESTERIL Y/O MARINAS DE RECHAZO.

En el desarrollo de un proyecto minero independientemente de la metodología de extracción utilizada (cielo abierto o subterráneo) se requiere contar con espacios físicos destinados a la acumulación del material estéril generado en las fases de construcción y operación/producción. Dichos sectores deben encontrarse cercanos a la actividad producción con el fin de minimizar los costos asociados al transporte y a la reducción de los impactos ambientales asociados.

3.1 Escenario Nacional en la Minería de Cobre

En el año 2017, la producción de cobre en Chile alcanzó a 5,56 millones de toneladas métricas finas, con una leve diferencia respecto al año 2016 en el cual la producción fue de 5,63 millones de toneladas métricas finas⁴, valor que integra las distintas metodologías de extracción minera en nuestro país (cielo abierto y subterránea) incluyendo a la pequeña, mediana y gran minería.

Como resultado de los procesos de extracción de cobre se generan grandes cantidades de residuos masivos mineros donde, aproximadamente, la relación cobre/estéril está en el orden 1:3 en promedio, en proyectos nuevos y en proyectos con mayor data de tiempo de ejecución, la proporción cobre/estéril mayor aproximadamente en un rango de 1:4 – 1:7.

⁴ SERNAGEOMIN, Anuario de la minería en Chile, año 2017.

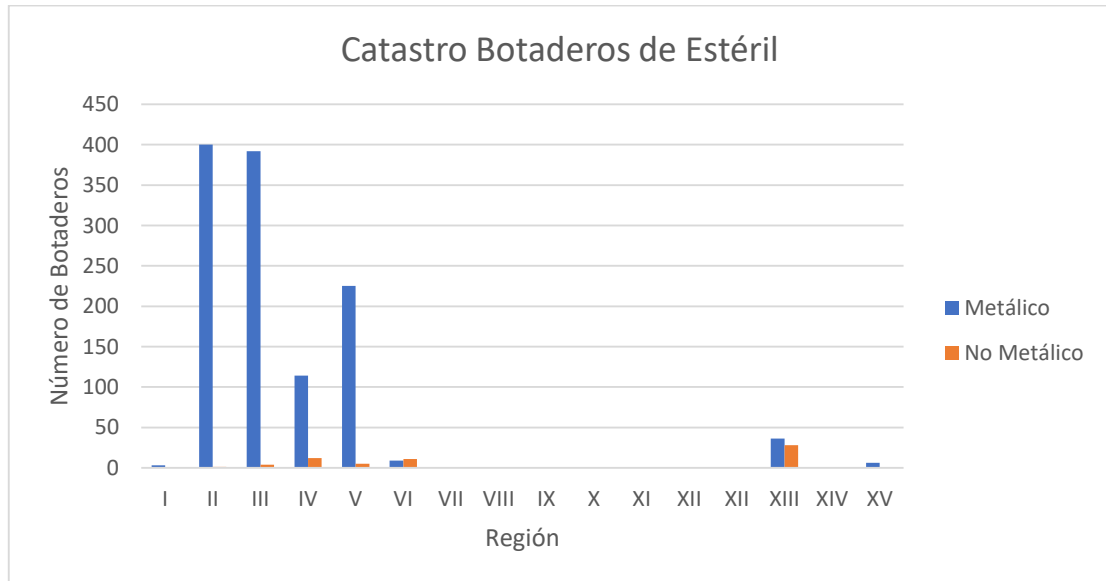


Gráfico n° 3 – 1: Catastro de Botaderos Material Estéril o de Baja ley a nivel Nacional.⁵

El gráfico anterior muestra que la principal distribución de botaderos que se encuentran registrados por el Servicio Nacional de Geología y Minería se encuentran en la zona norte del país, sin desmerecer los ubicados en la zona centro distribuidos principalmente en la región de O’Higgins y Metropolitana.

Con un total de 1246 botaderos, de los cuales 1185 son de proyectos mineros metálicos, principalmente de la minería del cobre (en su mayoría), oro y plata.

3.2 Definición de Botadero de Estéril y/o Marinas de Rechazo

Un botadero de estéril (lastre) es el espacio geométrico en el cual se depositan los materiales rocosos estériles provenientes de una operación minería, bajo técnicas que aseguren un bajo costo de llenado y estabilidad de la masa en el tiempo, todo enmarcado en normas ambientales que eviten daños irreparables⁶.

Un botadero de marinas de rechazo o también conocidas como material de baja ley, mantiene la definición anterior, solo diferenciándose en que el material depositado presenta características mineralógicas (por muy debajo de la ley de

⁵ SERNAGEOMIN, Oficina Regional Región de O’Higgins, septiembre 2019.

⁶ SERNAGEOMIN, Curso Experto en Prevención de Riesgos de la Industria Extractiva Minera Nacional, Módulo II: Seguridad Minera.

corte) y acompañada principalmente de calcopirita y otros elementos la cual no reporta beneficios económicos al ser procesadas o que la empresa minera no cuenta con las tecnologías para su procesamiento.

De acuerdo con la normativa vigente, el Reglamento de Seguridad Minera⁷ establece en su artículo 339 señala, “*Los botaderos de estériles y la acumulación de mineral se establecerán de acuerdo a un proyecto que la empresa deberá presentar al Servicio para su revisión y aprobación, donde se garantice su estabilidad y contenga las máximas medidas de seguridad tanto en su construcción como crecimiento*”.

Además, para aquellos proyectos mineros que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto ambiental (SEIA) según aplicabilidad, les correspondería dar cumplimiento al artículo 136 del Reglamento del SEIA el cual establece “*Permiso para establecer un botadero de estéril o acumulación de mineral*. Mayor detalle se describirá en el numeral 6.

4 DISEÑO DE BOTADEROS

El diseño de un botadero es una obra de ingeniería que debe ser realizada en la etapa de pre factibilidad de un proyecto minero (etapa temprana) considerando varios factores de constructibilidad, seguridad y ambientales en su diseño y que de no ser abordados a tiempo, pueden provocar un impacto negativo en su evaluación técnico-económica.

4.1 Necesidad de Contar con un Botadero

La generación de material estéril es un gran problema en la minería actual, esto debido a que se deben mover grandes cantidades de metros cúbicos para llegar hasta los pórfidos mineralizados y se deben establecer las estrategias más económicas y eficientes para dicho movimiento.

De esta forma, la dinámica de las operaciones mineras crea la necesidad de tener desde las etapas de pre factibilidad y factibilidad del proyecto definir cuál será la ubicación de sus botaderos, las capacidades, accesos y niveles (cotas), es decir, se debe elaborar la ingeniería de perfil de este, desde la etapa temprana.

⁷ Decreto Supremo N°132 de fecha 07 de febrero de 2004, Ministerio de Minería, “Aprueba Reglamento de Seguridad Minera”.

El botadero y la planificación del mismo pasan a ser parte clave para la explotación del yacimiento. La extracción y depósito del material estéril en tiempo y cantidad adecuadas permite lograr el objetivo del negocio minero.

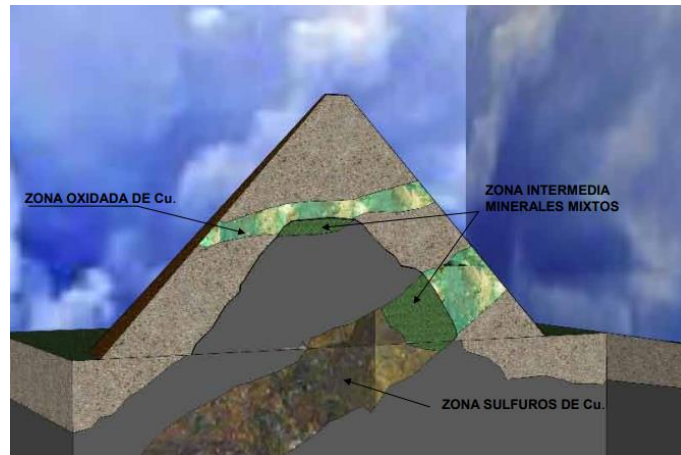


Figura N° 4-1: Esquema de mineralización del mineral de cobre⁸

En la figura N° 4-1, se puede apreciar la porción del cerro que no corresponde a material mineralizado y que en consecuencia de la explotación minera deberá ser tratado como material de rechazo.

Los procesos de extracción de material no mineralizado (estéril) o de baja ley, así como su transporte y posterior disposición en los botaderos, representa un costo relevante en los procesos de construcción y producción del proyecto minero, por lo tanto, la planificación minera buscará siempre reducir mediante una buena ingeniería su generación.

4.2 Tipos de Botaderos

En los actuales procesos mineros y dependiendo de la configuración geográfica del yacimiento predominan dos (2) tipos de diseños estandarizados de botaderos.

Además, en proyectos de desarrollo minero subterráneo (activos) previa evaluación, se pueden construir botaderos en los cráteres formados por la subsidencia generada por la explotación minera.

⁸ SONAMI, Situación de la Media Minería, año 2016.

4.2.1 Botaderos en Laderas

En este tipo de botaderos comúnmente se disponen los residuos masivos mineros (estériles y/o materiales con baja ley) en una ladera de cerro circundante al sector de construcción del yacimiento o explotación (dependiendo de la etapa del proyecto), esto debido a la facilidad que presenta descargar mediante el uso de medios mecánicos en una ladera que presenta una pendiente favorable, presentando ventaja porque se da una fácil mantención del mismo y presenta una mayor estabilidad geomecánica en la compactación con equipos de alto tonelaje.

Por otro lado, proporciona un mayor espacio para la actividad y esta se puede realizar de manera uniforme y secuenciada.

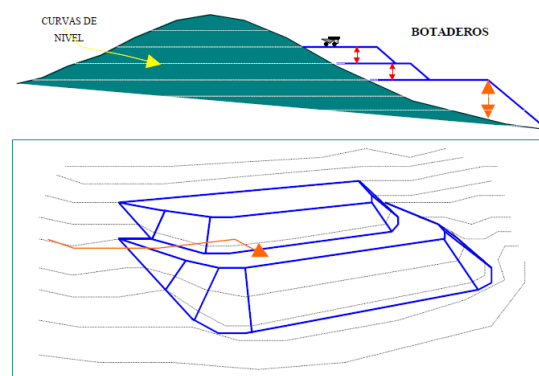


Figura N°4-2: Disposición de botaderos en laderas⁹

Sin duda este tipo de diseño desde el punto de vista ambiental presenta complejidades e impactos ambientales que deben ser evaluados con antelación dando énfasis en manejo de la quebrada.

4.2.2 Botaderos en Pilas o Tortas

Cuando la existencia de laderas es escasa, lejana o compleja desde el punto de vista ambiental, los botaderos son ubicados y construidos en pilas o tortas de acopio.

⁹ MARIA CABALLERO SALAZAR, Optimización de las distancias de transporte mediante la ubicación y diseño de botaderos en minera Antucoya, Universidad de Chile, Santiago, 2017.

Cuando se decide optar por botaderos de pilas o tortas se debe considerar como parte de su diseño, la habilitación de accesos permanentes hacia el sector de disposición y, por consiguiente, a la altura de la pila a diferencia de la disposición en laderas en que parte de los accesos se habilitan en los mismos cerros hacia la quebrada.

Este tipo de botadero considera una fase de construcción previa en la cual se debe preparar la superficie con técnicas de compactación y, en algunos casos (dependiendo de las características del material a depositar) se debe realizar un recubrimiento del suelo mediante aplicación de carpetas de HDPE de alta densidad.

Finalmente, siempre que se ha depositado material mineralizado (de baja ley) se hace imprescindible la captación y conducción de aguas desde el botadero a una piscina de decantación con posterior tratamiento ya que el material mineralizado genera lixiviación ácida.

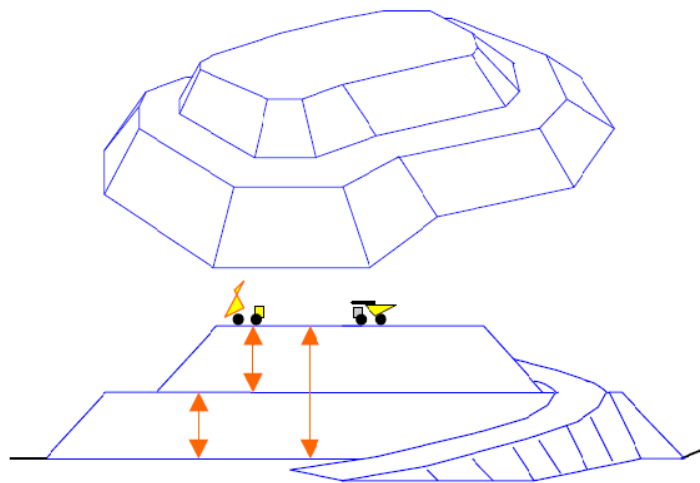


Figura N°4-3: Disposición de Botaderos en Tortas¹⁰

4.2.3 Botaderos en Cráter o Subsistencia

Este tipo de botaderos es menos convencional ya que se deben dar condiciones especiales para su construcción y uso.

¹⁰ MARIA CABALLERO SALAZAR, Optimización de las distancias de transporte mediante la ubicación y diseño de botaderos en minera Antucoya, Universidad de Chile, Santiago, 2017.

Particularmente, con el desarrollo de minería subterránea se va generando un hundimiento en la superficie del cerro (subsistencia minera), con lo cual se crea una cavidad denominada cráter. Cuando el caso lo amerita, este sector puede ser aprovechado y en él se deposita el material estéril o de baja ley generado en el proceso de extracción minera.

4.3 Criterios para la Construcción de un Botadero.

En la construcción de un botadero se deben tomar ciertas consideraciones especiales debido a los riesgos asociados en sus distintas fases, estas normas, elementales, consideran las acciones necesarias y que se deben realizar en la superficie que será ocupada por el futuro botadero, dentro de ellas podemos mencionar:

4.3.1 De carácter general.

- Retirar toda la vegetación del área que será cubierta por el botadero con el fin de evitar bolsones de materia orgánica en el piso, que, con el paso del tiempo, generen espacios de debilidad producto de su descomposición con efectos de derrumbe.
 - Todas las aguas que se encuentren en la superficie deben ser drenadas antes de iniciar el vaciado del material estéril o de baja ley.
 - Realizar la construcción de un camino que rodee todo el perímetro del botadero para ser usado como medio de inspección al talud respecto de la estabilidad y del afloramiento de aguas.
 - Construcción de zanjas para evacuar aguas lluvias e impedir que las mismas se depositen en la superficie del botadero.
 - Finalmente establecer las alturas de vaciado, límites de seguridad y secuencia de depósito de material.

4.3.2 De carácter geotécnico.

- Desarrollo de topografía superficial inicial, de la base del botadero, con referencia al tonelaje (peso) posible de depositar.

- Desarrollar un estudio de la ubicación del botadero con referencia a posibles subsidencias.
- Elaborar con anterioridad un estudio hidrogeológico del sector que permita establecer la condición previa del sector.
- Para aquellos botaderos que recibirán material con baja ley, se debe establecer previo a la construcción, los puntos de nuestro de aguas arriba y abajo del sector de elección para la construcción.

4.4 Mantenimiento, Secuencia de Llenado y Vida Útil de los Botaderos

4.4.1 Mantenimiento

El mantenimiento de un botadero requiere de muchas actividades con el objeto de remediar la degradación de éste a través del tiempo y asegurar su estabilidad. Dentro de las actividades relevantes en el proceso de mantenimiento corresponde a la compactación del material acopiado en él. De esta forma se logra la reducir los espaciamientos entre la granulometría del material depositado consiguiendo una mejor estabilidad global del conjunto.

La compactación es realizada mediante acción mecánica con la utilización de equipos de gran tonelaje como lo son Bulldozers y Wheeldozeres.

El objetivo final de la compactación es aumentar la densidad del material, dar uniformidad y acotar el espacio utilizado, todo esto en pro de confinar y dar seguridad al Botadero.

4.4.2 Secuencia de Llenado

Básicamente, la secuencia de llenado corresponde a la metodología utilizada para disponer el material en el botadero con el fin de construir una plataforma uniforme con una pendiente definida y una compactación calculada. Los camiones de alto tonelaje descargan el material proveniente de la frente en desarrollo, descargan cercado a la ladera (respetando la distancia de seguridad) para luego el Bull o WhEel dozers pechan y compactan el material.

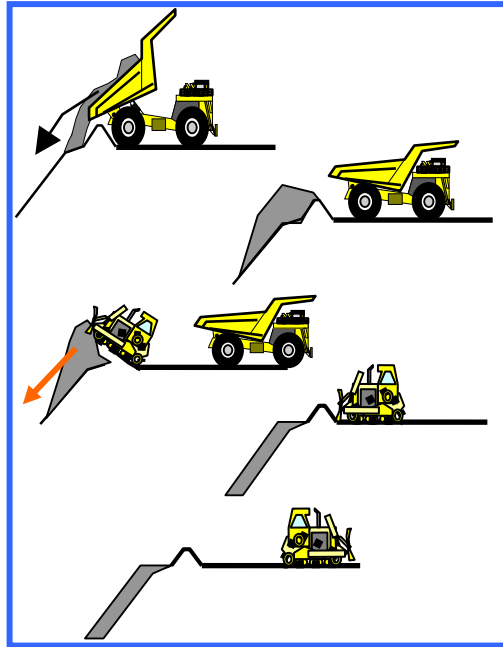


Figura N°4-4: Descarga de material hacia el talud del botadero¹¹

4.4.3 Secuencia de llenado

La vida útil de un botadero dependerá de su diseño y la capacidad de mantenimiento para la cual fue construido, es común ver en la gran minería, proyectos que tienen más de un botadero en funcionamiento simultáneo.

Sin embargo, en la pequeña minería, los botaderos presentan una envergadura menor, dado sus niveles de producción mensual, esto no descarta los impactos ambientales generados por los mismos y las consideraciones que se deben tener en su cierre.

5 PROBLEMÁTICA ASOCIADA A LOS BOTADEROS

Existen variadas problemáticas asociadas a los botaderos de material estéril y de baja ley en sus distintas etapas del ciclo de vida que poseen en un proyecto minero, sin duda, los impactos ambientales asociados a su manejo son los que revisten mayor interés y son el tema principal de este documento, dando énfasis en el cierre de los mismos.

Si es que no existe un control adecuado, los impactos ambientales que pueden producir los botaderos de material estéril o de baja ley pueden ser graves.

¹¹ Universidad de Chile, Diseño de Minas a Cielo Abierto.

Estos impactos incluyen la contaminación potencial de agua subterránea que puede encontrarse bajo o cercanos a los botaderos y/o en aguas superficiales que pueden recibir aguas contaminadas por arrastren desde el botadero.

En algunos casos, cuando el material depositado posee ciertas características, algunos elementos presentes en éste pueden lixiviarse desde los botaderos aun en condiciones ambientales normales (humedad, clima, temperatura, entre otros), filtrándose a través del suelo y provocando contaminación de las aguas subterráneas, especialmente si el fondo de los sectores seleccionados no ha sido adecuadamente estudiado con el fin de conocer las características del subsuelo. Este efecto de lixiviación, generalmente ácida, hace imprescindible contar con protección de membrana impermeabilizante en el diseño.

También, existen impactos ambientales asociados a la afectación de fauna local producto de la construcción y movimiento de maquinaria en las distintas etapas de la vida útil de un botadero, sumado al despeje de la vegetación del sector donde será construido el cual puede presentar especies arbóreas en algún estado de conservación y que deba ser compensada de acuerdo a la normativa vigente, cobrando importancia la ejecución de una buena línea de base del área de emplazamiento.

La generación de emisiones atmosféricas producto del movimiento de material en la fase de construcción y operación presenta un impacto ambiental a considerar éste debe ser modelado y proyectado en el tiempo para establecer la significancia.

Dado el tipo de obra, el suelo utilizado pierde todo valor eco sistémico, no pudiendo ser recuperado en el futuro. De igual manera la transformación del paisaje en el área de emplazamiento.

Finalmente, los botaderos pueden sufrir deslizamientos producto de la pérdida en su estabilidad la que puede ocurrir en cualquiera de sus fases (construcción, operación, cierre abandono), en cualquier caso, siempre cobrará mayor importancia toda vez que se requiera el cierre de los botaderos, por lo cual los métodos de manejo y técnicas utilizadas en la estabilización física y química del lugar para el cierre de estos depósitos de material a fin de reducir las amenazas ambientales que puedan generarse al cierre parcial o total del proyecto minero.

Si bien existe una extensa legislación aplicable a los proyectos mineros en todas sus fases de construcción en nuestro país, se evidencia en las distintas regiones un deterioro ambiental progresivo y latente producto de los sectores que deben ser cerrados en un proyecto en ejecución de forma parcial, como también, las mineras que son abandonadas o no implementan todas sus medidas de minimización de riesgos establecidas en sus planes de cierre aprobados por la autoridad.

Esta situación queda en mayor evidencia en la pequeña y mediana minería la cual solo debe aprobar sus proyectos de explotación y de cierre a nivel sectorial en el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), el cual debe procurar que cada titular complete sus planes de cierre autorizados, sin tener una evaluación ambiental específica respecto de los impactos ambientales asociados a sus proyectos.

Para los proyectos mineros que ingresan al SEIA el escenario entrega mejor estabilidad, ya que los proyectos asumen compromisos ambientales respecto de sus instalaciones que serán fiscalizados por los organismos de competencia ambiental.

Es en el sector minero de menor envergadura donde la variable ambiental está más descuidada y este sector se encuentra siempre más cercado a pequeños poblados o comunidades que se pueden ver directamente afectados con el incumplimiento normativo, además, la sumatoria de proyectos a nivel nacional hace ver que la problemática se hace cada vez más importante.

6 ANÁLISIS NORMATIVO Y AMBIENTAL

El ámbito normativo que aplica a la industria extractiva minera, a los nuevos proyectos y a los que están en operación, ha estado en constate desarrollo a través de los años, es decir, el acontecer nacional respecto de la actualización de normas, la promulgación de nueva normativa que viene a controlar parámetros y/o actividades no normados y las exigencias de mercado respecto de la aplicación de normativa internacional voluntaria, ha generado que las diferentes compañías mineras incorporen en sus estudios de prefactibilidad y factibilidad la variable ambiental, cada vez con mayores estándares de seguridad y cuidado del

medio ambiente, acorde a las nuevas exigencias normativas, independiente de la envergadura de los proyectos.

6.1 Análisis normativo del proyecto minero.

En una primera etapa del desarrollo de cualquier proyecto minero debe estar presente el análisis de la pertinencia de ingreso al sistema de evaluación ambiental de este, de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente con el fin de la obtención de una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) si correspondiese, o solo ameritará la aprobación de un proyecto de explotación de manera sectorial ante el Sernageomin (ver figura 5-1 Análisis de Evaluación Ambiental).

Dentro de la evaluación ambiental el proyecto minero presentará todos los antecedentes necesarios respecto de sus fases de construcción, operación, cierre y abandono, especificando todas las obras que serán parte en cada una de sus fases.

En cualquiera de los casos, una vez calificado ambientalmente o aprobado sectorialmente el proyecto, se continua con la aprobación de las metodologías de explotación, de sus obras y partes como; botadero de estériles, y depósitos de relaves, y finalizará con la aprobación del plan de cierre del proyecto minero. Este último, contiene las medidas a implementar para prevenir, minimizar o controlar los riesgos y efectos negativos del mismo y, asegurar la estabilidad física y química de los lugares donde se emplazó la faena minera.

Cuando se obtienen todas las evaluaciones antes mencionadas, un proyecto minero estará en condiciones de ser ejecutado conforme a la normativa vigente. Esto aplica tanto para proyectos nuevos como para ampliaciones de proyectos existentes.

No obstante, lo anterior, existen fases o etapas de los proyectos mineros que deben y pueden ser cerrados previamente, aun cuando la vida útil del yacimiento sea mayor, como es el caso de los botaderos de material estéril o de rechazo de baja ley, objeto de este documento. Entonces, será necesario indicar en el plan de cierre los requisitos para su cierre, cuando corresponda, aplicando un “cierre parcial de faena minera” de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente.

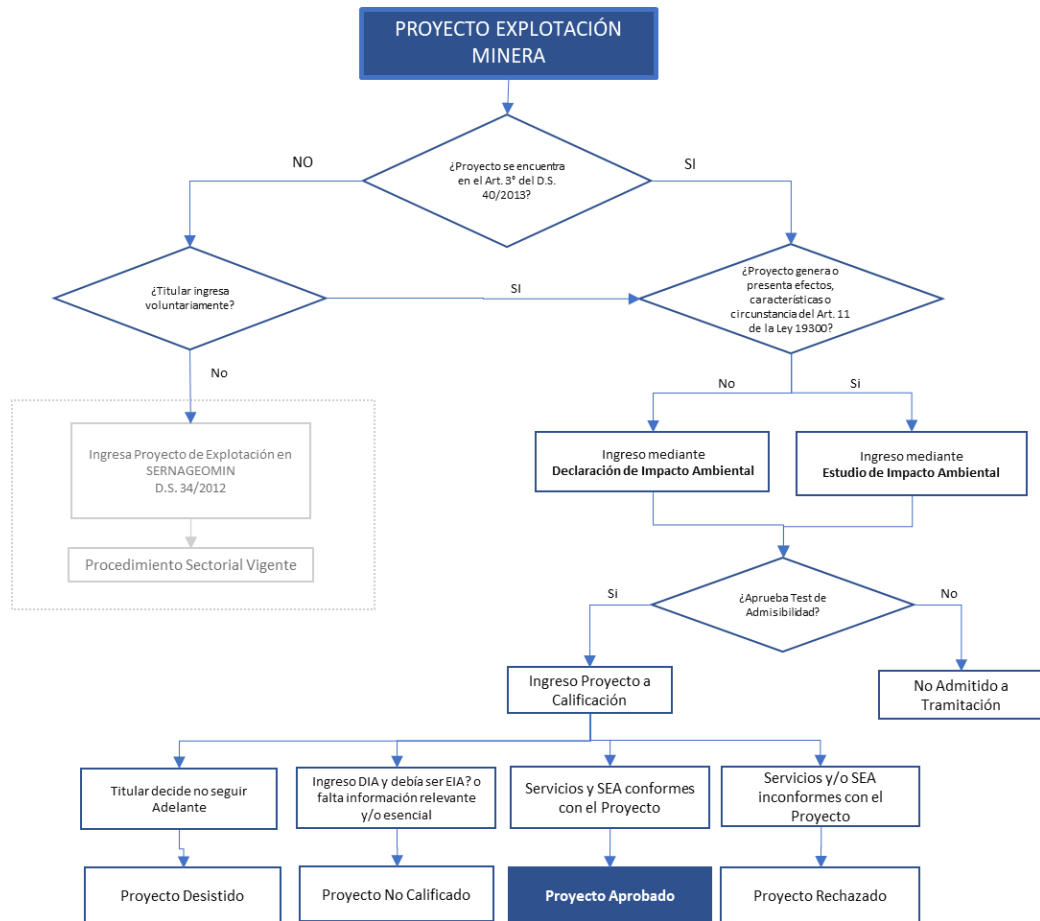


Figura 6 – 1: Diagrama de decisiones para el Análisis Ambiental de Proyectos y secuencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental¹²

¹² Elaboración propia

6.2 Identificación de la normativa aplicable al proyecto minero y botaderos.

La normativa marco del sector minero está conformada por la Constitución Política de la República de 1980, la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras de 1982 y el Código Minero de la República de Chile, que entró en vigencia el año 1983, ambos del Ministerio de Minería. En su conjunto establecen, entre otras materias, que el Estado de Chile tiene dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las tierras y yacimientos que se encuentran en el territorio nacional. Además, especifican los diversos mecanismos para su concesión y explotación por parte de privados, entregándoles, de esta forma, los derechos exclusivos de exploración y explotación.

Según lo establecido por el marco normativo vigente, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento administrativo orientado a la determinación de las características del impacto ambiental de una actividad cumple con los requisitos de la normativa vigente.

Los proyectos de desarrollo minero que deben someterse al SEIA son aquellos cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad de extracción de mineral sea superior a cinco mil toneladas mensuales (5.000 [t/mes]), sin embargo, aquellos que la capacidad de extracción es inferior a cinco mil toneladas mensuales, solo requieren las autorizaciones sectoriales vigentes.

Por lo tanto, tendremos dos (2) tipos de proyectos mineros, i) los que deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental ya sea mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y ii) los que no requieren evaluación ambiental, situación que se puede evidenciar en la figura 6-1.

Es importante destacar que en ambos casos se requiere que el proyecto cuente con botaderos para el material estéril o de baja ley resultante de la explotación.

6.2.1 Normativa Ambiental y Sectorial.

A continuación, realizaremos una breve descripción de la normativa asociada a los proyectos mineros y sus obras complementarias (botaderos) y su relación con la etapa de cierre.

a) Ley N°19300 del Minsegres sobre Bases Generales del Medio Ambiente

La ley establece un marco general de regulación del derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Esta ley es considerada el principal avance en materia ambiental en nuestro país, ya que con su promulgación dio contenido y sustento legal a las garantías constitucionales establecida la Constitución Política que dispone en su artículo 19 N°8 que se garantiza el derecho a vivir en un “*medio ambiente libre de contaminación*” y que es deber del Estado tutelar la “*preservación de la naturaleza*”.

Además, la Ley N°19.300 define en su artículo 2º, literal II) el término “Medio Ambiente” como “*el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones*”. El mismo artículo define el concepto “recurso natural” en su literal r) como “*los componentes del medio ambiente susceptibles de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos*” y finalmente el literal s) la ley indica la definición de Reparación como “*la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas*”, siendo este el principal objetivo que busca regular la recuperación del ecosistema posterior al cierre de un proyecto o parte del mismo.

La ley no establece específicamente los requisitos para los Planes de Cierre y Abandono respecto de la restauración del ecosistema y del medio ambiente afectado por ejecución de proyectos.

b) Decreto Supremo N°40 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente que Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Este Reglamento establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, de conformidad con los preceptos de la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

En su artículo 3, el reglamento establece los tipos de proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, y que deberán someterse al SEIA.

En su literal i) establece los proyectos de desarrollo minero que deben someterse a evaluación ambiental indicando en su literal i.1) *“Se entenderá por proyecto de desarrollo minero aquellas acciones u obras cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad de extracción de mineral es superior a cinco mil toneladas mensuales (5.000 t/mes)”*.

Desde el punto de vista técnico el artículo 3 literal i.1) establece desde la cantidad de producción mensual los proyectos que deberán ingresar al sistema.

También el literal i.3) indica *“se entenderá por proyectos de disposición de residuos y estériles aquellos en que se dispongan residuos masivos mineros resultantes de la extracción o beneficio, tales como estériles, minerales de baja ley, residuos de minerales tratados por lixiviación, relaves, escorias y otros equivalentes, que provengan de uno o más proyectos de desarrollo minero que por sí mismos o en su conjunto tengan una capacidad de extracción considerada en la letra i.1. anterior”*.

El artículo 136 que establece los requisitos técnicos necesarios para la obtención de las autorizaciones ambientales para la construcción de un botadero de estériles o acumulación de mineral de acuerdo a las cantidades indicadas en el artículo 3 literal i.3). (PAS 136)

Por último, el artículo 137 establece el permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera. (PAS 137) y su ejecución será el establecido en el artículo 6° de la Ley 20.551 descrito en el literal e) de este numeral.

c) Decreto Supremo N°132 de 2004 del Ministerio de Minería, que fija el texto refundido, sistematizado y coordinado del Reglamento de Seguridad Minera

La promulgación del Reglamento de Seguridad Minera establece la obligación de las empresas de elaborar un plan de cierre de faenas mineras, el cual debe ser aprobado por la autoridad correspondiente. En este plan se deben establecer los aspectos técnicos tanto para el cierre temporal como para el cierre definitivo.

El plan de cierre debe ser presentado con la ingeniería de detalle del proyecto con el fin de entregar una información definitiva al Servicio, sin embargo, este reglamento no contempla un tratamiento integral del cierre respecto de la recuperación del entorno, ya que se pide establecer medidas por la empresa para asegurar la estabilidad física y química del proyecto en su etapa de cierre y post cierre.

El artículo 22 del Reglamento, señala que previo al inicio de sus operaciones, la empresa minera presentará al Sernageomin, para su aprobación, el método de explotación o cualquier modificación mayor al método de explotación aprobado, con el cual originalmente se haya proyectado la explotación de la mina y el tratamiento de sus minerales. Asimismo, se deberá presentar un proyecto de plan de cierre de las faenas o cualquier modificación mayor que sufra a consecuencia de los cambios del método de explotación o del tratamiento de sus minerales, y sólo podrá operar después de obtener conformidad del Sernageomin, el cual deberá pronunciarse dentro de los 60 días siguientes a la presentación de los antecedentes.

Se entiende por modificación mayor, a cambios importantes de ritmos de explotación, de tecnología y diseño en los métodos de explotación, ventilación, fortificación o de tratamiento de minerales determinados y nuevos lugares de ubicación, ampliación o forma de depositación de residuos mineros, por alteraciones en el tipo de roca, leyes o calidad de los minerales, como también, adelantos tecnológicos, que impliquen más que una simple ampliación de tratamiento para copar las capacidades de proyecto de sus instalaciones.

Las empresas mineras deberán enviar, a petición del Sernageomin, una descripción de sus faenas, incluyendo datos o estimaciones acerca de las

reservas de minerales clasificadas, capacidades instaladas y proyectos de ampliación.

El permiso para establecer un botadero de estéril o acumulación de mineral también se encuentra dentro de este reglamento y está establecido en el inciso 1° del artículo 339 y del artículo quinto del D.S N°132/2004.

Los requisitos para su otorgamiento consisten en velar por la estabilidad física y química del botadero o depósito y que contenga las máximas medidas de seguridad tanto en su construcción como crecimiento, con el fin de proteger el medio ambiente y la vida e integridad física de las personas”.

Según lo indicado en el artículo N°593, número 25 del D.S. N°132/2004 define Estéril como: “Material económicamente inútil que sale con la mena o en desarrollos mineros”.

De igual forma se deberá proceder con los botaderos de estériles, relaves y rípios de lixiviación.

d) Decreto Supremo N°34/2013 Modifica Decreto N°72 de 1985, Cuyo texto refundido, sistematizado y coordinado se contiene en el decreto N°132/2004, Ambos sobre Reglamento de Seguridad Minera, Incorporando a su texto un nuevo Título XV

Este decreto es aplicable de acuerdo a su artículo 594 a todos los proyectos mineros cuya extracción es inferior a 5.000 toneladas por mes, y que también dada esta característica, no ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El artículo 597 establece los requisitos y obligaciones para este tipo de proyectos respecto de su proyecto de explotación y plan de cierre. Su inciso N 5 indica *“el plan de cierre deberá especificar el conjunto de medidas y actividades propuestas al finalizar la explotación y/o tratamiento de minerales, de manera de asegurar la estabilidad física y química del lugar donde se encuentra la faena minera, así como el resguardo de la vida, salud y seguridad de las personas y medio ambiente. Para elaborar el plan de cierre, el Servicio también pondrá a disposición de los interesados una guía metodológica a través de sus medios de difusión”*.

e) Ley 20.551 del Ministerio de Minería que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras

En la ley se aclara que toda empresa minería debe presentar un plan de cierre de sus faenas mineras, sin embargo, existen dos (2) tipos de procedimientos; i) el general y ii) el simplificado. Aquellas faenas que exploten más de 10.000 toneladas mensuales deben someterse a un procedimiento general, mientras que las que exploten menos de 10.000 toneladas mensuales, se pueden someter a un procedimiento simplificado. Dado lo anterior es importante cruzar las exigencias de esta ley con lo establecido en la Ley N°19300 y su reglamento donde aquellos proyectos que exploten menos de 5.000 toneladas mensuales no deberán someterse al SEIA, sin embargo, deberán realizar un procedimiento simplificado.

Los objetivos de esta ley son seis; i) mitigar los efectos negativos de la minería, ii) dar estabilidad física y química al sitio minero, iii) resguardar la vida, salud y seguridad de las personas y el medio ambiente, iv) crear un fondo post-cierre, v) establecer garantías de cierre y vi) evitar el abandono del sitio luego del cese de las operaciones.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 letra c) de esta Ley se define el cierre parcial como: *“La etapa de un proyecto minero que corresponde a la ejecución de la totalidad de las medidas y actividades contempladas en el plan de cierre respecto de una instalación o parte de una faena minera, efectuada durante la operación, y cuya implementación integra se acredita mediante un certificado otorgado por el Servicio”*.

El artículo 16 establece los requisitos para las empresas mineras que se someten a la aprobación de un plan de cierre bajo el régimen simplificado, es decir, su producción es menor a 10.000 toneladas mensuales, además, mencione los requisitos para quienes por producción mensual no ingresan al SEIA, indicando en su inciso 3° las medidas para aquellos que cuentan con depósitos de estériles o botaderos.

Finalmente, podemos mencionar que el artículo 30 letra a) indica que se obtendrá un “certificado de cierre parcial” a quienes implementen todas las medidas

comprometidas en el plan de cierre respecto de una instalación o parte de la faena minera.

Es importante mencionar las garantías económicas que ofrece esta ley respecto de los planes de cierre y el post cierre de faenas, para los cuales, Sernageomin administrará los recursos económicos para velar por el cumplimiento de las medidas establecidas en la evaluación inicial.

f) Decreto Supremo N°41/2012 del Ministerio de Minería, Aprueba reglamento de la ley de cierre de faenas e instalaciones mineras

El reglamento de la ley de cierre establece la forma de aplicar la ley respecto del tipo de procedimiento acorde a cada proyecto minero, y obliga a cada empresa minera a presentar un plan de cierre y de acuerdo a su producción mensual puede acogerse al régimen general o simplificado (Simplificado < 10.000 [ton/mes] < general).

El reglamento amplió las funciones del Servicio Nacional de Geología y minería (Sernageomin) entregándole la aprobación de los planes de cierre y estableciendo claramente, que la empresa minera no podrá iniciar sus operaciones sin la aprobación del Plan de Cierre.

Además, en su artículo 3 letra e) se establece la definición de plan de cierre parcial como *“la etapa de un Proyecto Minero que corresponde a la ejecución de la totalidad de las medidas y actividades contempladas en el Plan de Cierre respecto de una instalación o parte de una Faena Minera, efectuada durante la operación, y cuya implementación íntegra se acredita mediante un certificado otorgado por el Servicio¹³”*. Lo cual aplicaría al cierre de un botadero terminada su vida útil.

El mismo artículo en su letra j) y k) establece las definiciones de estabilidad física y química respectivamente eje central de esta normativa desde el punto de vista del control post cierre, pero que, en ambos casos, no consideran la recuperación del ecosistema y en la letra o) se mencionan los depósitos de estériles como parte de una faena minera por lo cual le correspondería un cierre.

Y por último la letra x) define el post cierre como *“la etapa que sigue a la ejecución del Plan de Cierre, que comprende las actividades de monitoreo y verificación de emisiones y efluentes y, en general, el seguimiento y control de todas aquellas*

¹³ Decreto Supremo 41/2012, Ministerio de Minería, Aprueba reglamento de la ley de cierre de faenas e instalaciones mineras

condiciones que resultan de la ejecución de las medidas y actividades del Plan de Cierre, para garantizar en el tiempo la Estabilidad Física y Química del lugar, así como el resguardo de la vida, salud, seguridad de las personas y medio ambiente, de acuerdo a la ley y el presente Reglamento¹⁴. El cual reafirma solo la preocupación del control de las condiciones de estabilidad física y química las cuales podrían generar impactos ambientales significativos, pero que su control no garantiza la recuperación del ecosistema existente previo a las operaciones mineras.

En su artículo 10, el reglamento, entrega la posibilidad a la empresa minera de presentar un plan de cierre parcial para una de las instalaciones descritas en la letra o) del artículo 3.

En el artículo 17, respecto de los requisitos técnicos, establece para los botaderos de estériles solo una condición que podría ser asociada a la recuperación del entorno o ecosistema correspondiente a la “cobertura superficial”, sin embargo, esta medida solo puede ayudar, en parte, a la integración del sector a la geomorfología local o al paisaje, pero no asegura la restauración de la biodiversidad. Cabe considerar que esta medida es aplicable al procedimiento general.

En el procedimiento simplificado, según el artículo 36, para los botaderos de estéril, solo incorpora las medidas tendientes al control de aguas, alejando más aun las medidas para la recuperación ecológica del sector.

6.3 Tramitación Sectorial de Botaderos

De acuerdo con lo ya mencionado en los puntos anteriores, según la normativa vigente previo a la construcción y operación de los botaderos de marina y/o estériles, se requiere la obtención del permiso de esta obra aun cuando se haya obtenido la autorización del proyecto minero. Previo a la finalización de su vida útil, deberá tramitar el cierre de éste (ver numeral 6.4).

En resumen:

1. Si el proyecto minero ingreso al SEIA, para el botadero se debe solicitar el permiso ambiental PAS 136 y posteriormente el permiso sectorial indicado en el D.S. N°132/2004 Reglamento de Seguridad Minera.

¹⁴ Decreto Supremo 41/2012, Ministerio de Minería, Aprueba reglamento de la ley de cierre de faenas e instalaciones mineras

- Si el proyecto no ingreso al SEIA, se solicita el permiso sectorial indicado en el D.S. N°132/2004 Reglamento de Seguridad minera.

En ambos casos esta instalación minera debe ser considerada en el plan de cierre de acuerdo con lo establecido en la Ley 20.551.

A continuación, se presenta un diagrama simplificado respecto de la tramitación anteriormente mencionada.

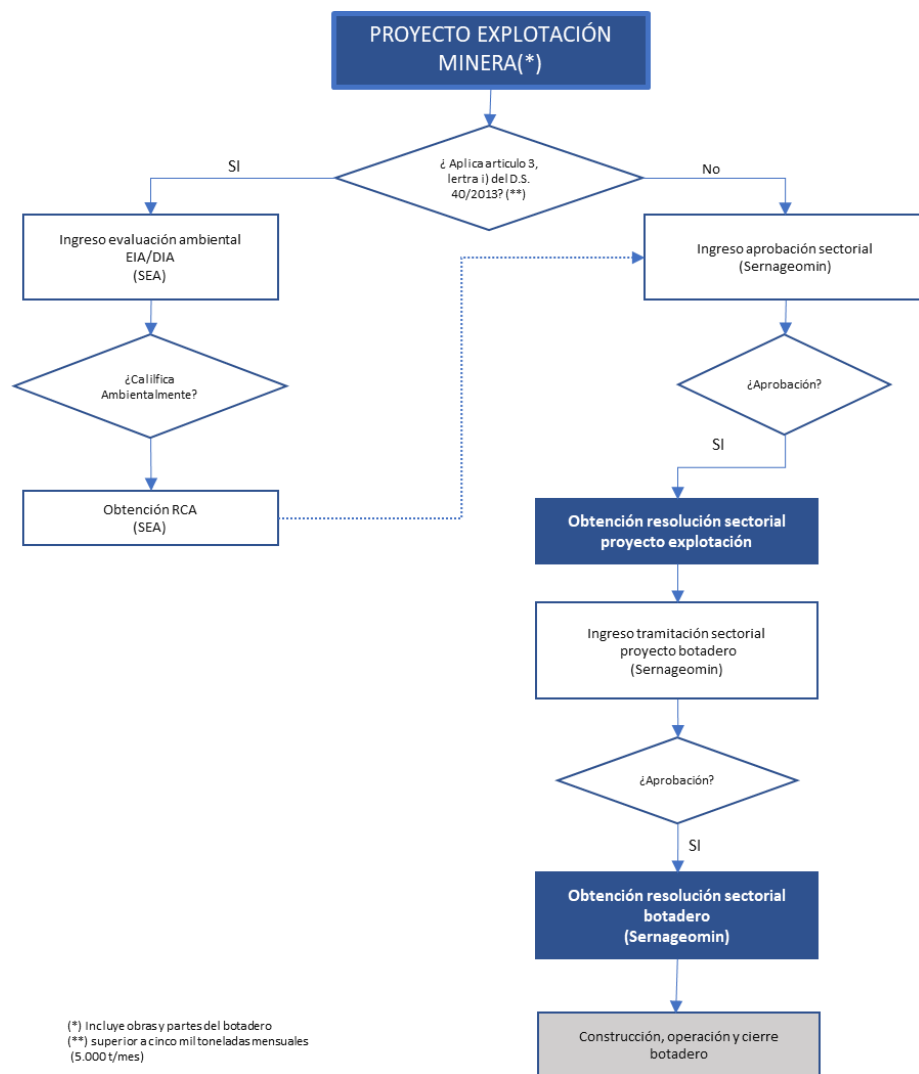


Figura N°6-2: Análisis sectorial para la Autorización de Botaderos con/sin aplicabilidad de PAS 136.

6.3.1 Permisos para establecer un Botadero de Estériles

Conforme lo exige el D.S. N°132/2004 Reglamento de Seguridad Minera, los botaderos de estériles se establecerán de acuerdo a un proyecto que la empresa deberá presentar a SERNAGEOMIN para su revisión y aprobación, donde se garantice su estabilidad y contenga las máximas medidas de seguridad tanto en su construcción como crecimiento. Al mismo tiempo, las empresas deberán presentar un plan de cierre de depósitos de estériles. Lo anterior de acuerdo artículo 339 y siguientes del mismo cuerpo legal.

6.3.1.1 Antecedentes Técnicos para desarrollar el permiso

- 1) Descripción del proyecto:
 - a) Nombre del Proyecto y objetivo del mismo.
 - b) Ubicación geográfica y política del proyecto (Coordenadas UTM del área de explotación, planos de disposición general de las instalaciones industriales del proyecto y los principales accesos del mismo).
 - c) Nombre del yacimiento y la compañía o empresa minera que lo explota.
 - d) Nombre y área de las pertenencias que amparan la propiedad del yacimiento.
 - e) Nombre del propietario y representante legal de la empresa.
 - f) Resolución de calificación ambiental que declara ambientalmente viable al proyecto, si procediera.
 - g) Carta GANTT del proyecto u otro sistema de control de proyecto donde se presente las distintas etapas (ingeniería, adquisiciones, construcción, puesta en marcha, operación industrial, cierre).
 - h) Organigrama general con las unidades productivas y de servicio y sus dotaciones.
 - i) Recursos (agua potable, agua industrial, energía y comunicaciones)

6.3.1.2 Antecedentes Técnicos Generales para desarrollar el permiso

- a) Geología económica y estructural del área y del yacimiento. Descripción del yacimiento mineral, basado en el informe geológico que identifica las especies minerales útiles y la ganga.
- b) Descripción del lugar: clima, temperatura, vientos, pluviometría, flora, vegetación y fauna.

- c) Estimación de reservas de mineral con que cuenta el proyecto. Resumen de la evaluación de las reservas explotables y volúmenes de estéril a mover. Minerales primarios y secundarios que serán extraídos.
- d) Criterio técnico para seleccionar el método o los métodos de explotación del yacimiento. Se debe justificar la elección del método de explotación a rajo abierto, indicando la secuencia de extracción y el plan de trabajo. Asimismo, se hará un resumen del tipo y cantidad de equipos necesarios para el conjunto de las operaciones a realizar.
- e) Diagrama de flujo con las operaciones para producir el mineral en la mina o el rajo, el transporte del mineral hasta su etapa de concentración o beneficio. Si no existieran estas últimas etapas, el producto que se obtiene.
- f) Plan de cierre del botadero.

6.3.1.3 Antecedentes Específicos para desarrollar el permiso

- a) Ubicación geográfica y coordenadas U.T.M. de los botaderos de estéril, con el o los planos de disposición.
- b) Cubicación, ángulo de talud y dimensiones principales de los botaderos.
- c) Forma de llenado y precauciones. (Transporte y descarga; Secuencia de llenado; Equipo y Maquinaria a utilizar; Indicar y describir en forma general la maquinaria que se utilizará en esta labor).
- d) Manejo de las aguas lluvias o cursos de agua, ubicados aguas arriba del botadero.
- e) Estudio de estabilidad considerando la resistencia del terreno basal, y los posibles movimientos sísmicos en el área. En especial se deberá considerar:
 - Caracterización Geotécnica de los Materiales.
 - Análisis Sísmico.
 - Criterios básicos de Diseño.
 - Análisis de Estabilidad.
 - Estudio de estabilidad estático y dinámico considerando la resistencia del terreno basal, y los posibles movimientos sísmicos en el área.

6.4 Planes de Cierre

Hasta el momento se han descrito los requisitos para aprobar un proyecto minero y sus obras complementarias tal como lo botaderos, objetivo de análisis de este documento, además, se han descrito las condiciones para su construcción y operación.

Para la etapa final de un proyecto minero, el marco legal regula que los cierres de faenas e instalaciones mineras deben ejecutarse dentro de la vida útil de los yacimientos, impone el pago de garantías y fondos de post cierre.

Aun cuando la regulación de cierre de faenas en Chile es relativamente nueva en comparación con la propia actividad minera, ha adquirido una importancia siendo una actividad a considerar dentro del ciclo de vida de un proyecto minero.

En resumen, en noviembre de 2011 fue publicada la Ley N°20.551 de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, que establece nuevos requerimientos a cumplir por las empresas mineras. Dicha Ley se complementa con su respectivo Reglamento del año 2012 (D.S N°41/2012) y una serie de guías complementarias para su implementación (mayor detalle en el numeral 6.2.1).

Cabe considerar que previo a la entrada en vigencia de la Ley N°20.551 el cierre de faenas estaba regulado específicamente en el Título X del Reglamento de Seguridad Minera, artículo 496 y adicionalmente, en el marco del SEIA, según el art. 10 de la Ley N°19.300 que contempla la evaluación ambiental de la fase de cierre de todo proyecto minero.

6.4.1 Planes de Cierre del Proyecto Minero

En primera instancia, las empresas mineras deberán presentar su proyecto de Plan de Cierre de faenas mineras, ya sea de la totalidad de las obras contempladas en la faena minera o de una parte de ella, conjuntamente con la presentación del método de explotación o cualquier modificación mayor al método aprobado del Proyecto Minero.

El plan de cierre es el documento en el que se determinan las medidas a ser implementadas durante la vida de la operación, con la finalidad de prevenir, minimizar y/o controlar los riesgos y efectos negativos que se puedan generar o continúen presentándose con posterioridad al cese de las operaciones de una

faena minera, en la vida e integridad de las personas que se desempeñan en ella y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella y se encuentran en sus instalaciones e infraestructura.

Corresponderá al Servicio Nacional de Geología y Minería aprobar los proyectos de Planes de Cierre de Faenas Mineras presentados por las empresas mineras.

El artículo 9 de la Ley 20.551 otorga la posibilidad de realizar cierres parciales definidas como *“La etapa de un proyecto minero que corresponde a la ejecución de la totalidad de las medidas y actividades contempladas en el plan de cierre respecto de una instalación o parte de una faena minera, efectuada durante la operación, y cuya implementación íntegra se acredita mediante un certificado otorgado por el Servicio”*.¹⁵

A continuación, se indicarán los requisitos mínimos que debe contener un proyecto de Plan de Cierre Parcial de Botadero.

6.4.2 Requisitos para el Cierre Parcial de Botaderos

Finalmente, el titular también podrá presentar Planes de Cierre Parciales (es decir, el término de las actividades de una instalación que forma parte de una faena minera) o Planes de Cierre Totales (es decir, el término total de las actividades de todas las instalaciones que componen una faena minera).

De acuerdo a la legislación vigente para proyectos que generan una producción menor a 5.000 toneladas mensuales y que no ingresan al sistema de evaluación de impacto ambiental deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Construcción de zanjas interceptoras y canales evacuadores de aguas lluvia

Construcción de obras para el manejo de las escorrentías superficiales, que tienen por objeto evitar infiltraciones y el transporte de contaminantes.

- b. Estabilidad de Taludes:

¹⁵ Artículo 2, Ley 20.551 del Ministerio de Minería, que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras

Implementación de obras para evitar la ocurrencia de fallas locales, que puedan afectar pequeñas áreas al pie de los botaderos. (por ejemplo, construcción de un muro al pie del talud).

Corregir o modificar pendientes de taludes que sean deficientes o inestables, detallando las modificaciones realizadas.

Condición final del botadero de acuerdo a las especificaciones técnicas aprobadas por Sernageomin (altura, ancho, largo, ángulo de talud, capacidad máxima, etc).

c. Cobertura superficial

En zonas lluviosas para evitar inestabilidad o drenajes que pudieran ser perjudiciales, aplicar recubrimiento con suelos y/o arcillas, para evitar infiltración por precipitaciones o apozonamiento de aguas.

d. Compactación y definición de pendientes de superficie

En zonas lluviosas, nivelar la superficie expuesta, compactar y adecuar pendientes, de tal manera que permitan el escurrimiento de aguas lluvias hacia uno o más de los costados, y de esta forma evitar desestabilizaciones o drenajes.

e. Señalética

Delimitar y señalizar en el terreno, mediante barreras y señales de advertencia de peligro.

f. Cierre de caminos

Bloquear los caminos de acceso a él o a los botaderos de estériles, con barreras duras tales como: bermas, zanjas, muros, camellones, pretilas o pedraplenes. Sin duda los requerimientos anteriormente mencionados están orientados a la estabilidad física y química del botadero, y en ningún caso, están orientados a la recuperación del ecosistema intervenido.

7 GARANTIAS LEGALES PARA LA RECUPERACION DEL ENTORNO

El marco normativo enfoca las actividades de cierre, principalmente, al desmantelamiento de instalaciones, cierre de accesos y retiro de residuos. Estas actividades, se hacen más complejas en aquellas instalaciones que no se pueden desmantelar tales como: botaderos de estériles, rípios de lixiviación, depósitos de relaves, escoriales y las minas (rajo y subterráneas) y dependerán de los riesgos que presenten desde el punto de vista estructural (estabilidad física) y potencial de contaminación (estabilidad química).

Aun cuando, con la regulación actual se obliga a presentar planes de cierre para todas instalaciones de una faena minera, ésta no obliga a restaurar las áreas afectadas por sus instalaciones.

Con el fin de establecer que se entiende por recuperación del entorno nos tenemos que preguntar ¿Qué es la restauración del Ecosistema?

La restauración del ecosistema es una actividad intencional que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema a su condición original respecto de su salud, integridad y sustentabilidad. Como referencia se puede definir, de una forma general, como *el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido*¹⁶.

De acuerdo a la revisión realizada la legislación que fundamente la recuperación o restauración de la variable ambiental vista desde el ecosistema es escasa y establece una menor relación con la legislación citada anteriormente del ámbito minero, salvo, las relacionadas con la evaluación ambiental, podemos mencionar a continuación:

a) Constitución Política de la República de Chile.

Artículo 19.- El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. Si bien considera la preservación de la naturaleza

¹⁶ Ignacio Fernández – Narkis Morales – Luis Olivares – Javier Salvatierra – Miguel Gómez – Gloria Montenegro, Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales, UC 2010.

no señala de forma explícita la manera en que lo hará. Por si sola, no regula la Restauración del Ecosistema ni la preservación de la naturaleza.

b) 1984, Creación SNASPE (Servicio Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado). Ley 18.362 de 1984.

Su principal objetivo es “Mantener áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente”. Si bien esta institución no está vigente, ya que ahora forma parte de la CONAF y desde ahí se administra, representa la mayor entidad encargada de la preservación de los recursos naturales que se mantienen dentro de las Reservas, Parques y otros sitios protegidos. Compromete las áreas más extensas y con menor grado de perturbación, que sirven de referencia para la Restauración del Ecosistema, lo cual aumenta su valor ecológico y prioridad de preservación.

c) 1994, Promulgación “Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente”.

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

Artículo 2, literal b) conservación del patrimonio ambiental: considera el uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración.

Artículo 2, literal p) preservación de la naturaleza, corresponde al conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país”.

Artículo 34, El Estado administrará un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, que incluirá los parques y reservas marinas, con objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

Considera los Estudios de Impacto Ambiental, así como la Evaluación de Impacto Ambiental, las Resoluciones de Calificación Ambiental y plantea la creación de Normas Primarias y Secundarias de Calidad Ambiental. También incluye la reparación del daño ambiental producido por alguna entidad pública o privada. Posterior a esto, la Institución Ambiental legal y administrativa se reafirma y comienza a consolidarse como algo relevante para la sociedad y el desarrollo del país.

d) Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.

Artículo 70.- Corresponderá especialmente al Ministerio:

i) Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad.

j) Elaborar y ejecutar estudios y programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad, así como administrar y actualizar una base de datos sobre biodiversidad.

m) Colaborar con las autoridades competentes a nivel nacional, regional y local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana responsable en estas materias.

r) Establecer convenios de colaboración con gobiernos regionales y municipalidades destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y reparación del medio ambiente regional y local, así

como la educación ambiental y la participación ciudadana. Cuando dichos convenios contemplen transferencia de recursos, deberán contar con la autorización del Ministerio de Hacienda.

v) Financiar proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza, la conservación del patrimonio ambiental, la educación ambiental y la participación ciudadana.

Con esta Ley se logra concretar la creación de una sola institución encargada de regular todos los aspectos ambientales, aunque no tenga las facultades legales de otros ministerios, se marca un precedente que permite dar mayor fuerza a la institución legislativa y administrativa de los recursos naturales.

Finalmente, las garantías legales existentes y de potencialidad de aplicabilidad para recuperación del entorno, pueden ser convocadas, si el proyecto ingresa a evaluación ambiental de acuerdo a lo establecido en la Ley 19300 y su reglamento.

8 CONCLUSIONES

La ley de cierre de faenas mineras representa un gran avance para el ciclo de vida de los proyectos mineros en nuestro país respecto del cuidado del medio ambiente, ya que considera de forma más tangible el cálculo económico de los costos asociados al cierre de un proyecto, es decir, se incorporan en los proyectos los costos ambientales post explotación. Por lo tanto, la ley se hace cargo de forma acotada a los problemas prácticos existentes hasta antes de ella respecto de algunas variables ambientales.

Sin embargo, la ley no incorpora un factor importante desde el punto de vista ambiental y que dice razón con la recuperación o restauración del Ecosistema intervenido por el proyecto a fojas cero, es decir, a su condición inicial (pre proyecto), que en el caso de ser un proyecto con evaluación ambiental en el SEA correspondería a la línea de base ambiental. Para aquellos proyectos que no ingresaron al SEA el escenario es aún más desfavorable ya que generalmente no se conoce la condición inicial de los sectores, por lo tanto, difícilmente los titulares realizarán las acciones para restablecer el entorno impactado.

La ley solo dice relación con mantener la estabilidad física y química del sector una vez terminada la explotación, en simples palabras, es generar una burbuja en el proyecto, procurando que no exista interacción con los límites de la explotación minera.

El restaurar o recuperar el ecosistema a la condición original o una mejor condición, puede ser inalcanzable, o tardar muchos años sin la certeza de conseguirlo, a pesar de esto, el ser un objetivo difícil de alcanzar no justifica el que no se tenga como un objetivo/meta final de un proyecto. Una propuesta para esta situación es implementar una vara de alternativa de restauración a un ecosistema de referencia de la zona o de un sector con iguales características al intervenido por el proyecto.

Dadas las características que presentan los botaderos de material estéril y de baja ley, caen en la categoría de pasivos ambientales mineros, latentes de generar impactos ambientales importantes si no se mantiene su control en el tiempo, por tanto, es importante seguir avanzando para incorporar cada vez más normativa específica de control y remediación de los ecosistemas post proyectos. Es destacable que la condición mencionada anteriormente debería aplicar a cualquier tipo de proyecto mineros independientemente de su envergadura, sea de cielo abierto o subterráneo, y en cualquier región del país, sin exclusión alguna.

Respecto de las garantías financieras establecidas en la ley y sus modificaciones, estas deberían ser aplicables a cualquier proyecto minero, es decir, ser extensivas a la pequeña, mediana y gran minería por igual, ya que es la única forma de establecer una garantía real de responsabilidad para los titulares de proyectos y que sea parte íntegra de sus planes de cierre presentados ante la autoridad Sernageomin quien será después el responsable de su fiscalización.

Existe gran probabilidad de que las garantías financieras no puedan costear una recuperación/remediación ambiental original, sabiendo además que el valor patrimonio ambiental es incalculable. Bajo esta condición la modificación de la ley de cierre que incorpora la posibilidad de acceder a seguros por parte de las mineras es un avance importante para lograr dicho fin.

Se debe destacar que esta ley, entrega mayor potestad al Sernageomin, dadas sus facultades ambientales, sumado a esto la creación de nuevas oficinas regionales, aumento en la plana de fiscalización, lo que permite mantener un

mejor control de proyectos mineros en cualquiera de sus fases, que sin embargo, lamentablemente dada la gran cantidad de proyectos mineros sigue siendo insuficiente.

Respecto de la legislación complementaria a la ley de cierre de faenas mineras como lo es el reglamento de seguridad minera dentro de sus exigencias se mantienen solo los requisitos técnicos y resguardos por la estabilidad física y química considerando que el proyecto minero una vez terminado quede aislado y controlado respecto del medio ambiente circundante y no entregando las directrices para una restauración ambiental acorde a los impactos generados durante las fases de construcción y operación del proyecto minero.

De esta forma solo los proyectos que ingresaran al sistema de evaluación de impacto ambiental y aplican al procedimiento general establecido en la ley de cierre presentan consideraciones ambientales en el cierre de botaderos, estas son compromisos adquiridos por parte de los titulares de proyectos y que quedan plasmado en la Resolución de calificación ambiental, sin embargo, por lo general estos compromisos establecen medidas de encapsulamiento de botaderos con potencial reincorporación al paisaje del sector mediante la reforestación. La restauración ecológica de ese ecosistema impacto se daría con el tiempo y no es parte de los compromisos la reinserción de especies de fauna local desplazadas por la construcción.

Bajo el escenario descrito anteriormente, la pequeña minería presenta un alto impacto ambiental que se encuentra segregado y no se ha dado la importancia que merece desde el punto de vista sectorial, esto debido a diferentes factores que pueden alejar a este sector productivo de la fiscalización de los organismos sectoriales con competencia ambiental.

La sumatoria del territorio ocupado por la pequeña minería (< 5.000 ton/mes) presenta una cantidad de terreno importante y generalmente se encuentra más cercana a poblados, zonas agrícolas, captaciones de aguas, crianza de ganado, etc., siendo sus impactos ambientales de interés local.

Es importante establecer mejoras en la legislación aplicable a proyectos mineros que no ingresan al sistema de evaluación ambiental, desde los factores de recuperación ambiental de los ecosistemas afectados por sus procesos

productivos, así como también, de los procesos de seguimiento ambiental post cierre.

Finalmente se concluye que la normativa existente se basa principalmente en el concepto de Mitigación ambiental, más que en el de, Remediación Ambiental.

9 BIBLIOGRAFIA

José Miguel Ibáñez, Ley n° 20.551 y su impacto en la mediana minería, año 2017.

Telye Yurisch Toledo, Situación de los pasivos ambientales mineros en Chile. El paso de los depósitos de relaves, Fundación Terram, año 2016.

Sernageomin, Guía metodológica para la presentación de planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general, año 2014.

Sernageomin, Análisis de las técnicas utilizadas en cierre de faenas e instalaciones mineras, año 2016.

Sernageomin, Curso de experto en prevención de riesgos de la industria extractiva minera nacional, Modulo II: Seguridad minera, año 2018.

Cristóbal Tejías Olgún, La necesidad de regular los pasivos ambientales mineros en la legislación chilena, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Derecho, año 2010.

Daniela Toro Araos, Propuesta para la regulación jurídica de pasivos ambientales mineros: Casos de relaves de Chañaral y Andacollo, Universidad de Chile, Facultad de Derecho, año 2017.

Ingrid Moncaleano – Omar Rivera – Ivonne Giraldo, Diseño de botaderos y piscinas de sedimentación, Universidad Francisco de Paula Santander, Año 2015.

Jorge Acuña, Marco legal chileno de la minería del cobre.

SONAMI, Curso de minería para periodistas, año 2012.

Comité Nacional de Restauración Ecológica, documento marco para la Restauración ecológica, Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio de Minería. 2002. Decreto Supremo N° 132, que fija Aprueba el Reglamento de Seguridad Minera. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Ministerio de Minería. 2011. Ley N° 20.551, que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Ministerio de Minería. 2012. Decreto Supremo N° 41, Reglamento de la Ley 20.551, sobre Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Ministerio de Salud. 2003. Decreto Supremo N° 148, que Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Ministerio del Medio Ambiente. 2012. Decreto Supremo N° 40, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 1994. Ley N° 19.300, Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Disponible en el sitio web de la Biblioteca del Congreso Nacional, www.bcn.cl.

Servicio Nacional de Geología y Minería. 2015. Guía Metodológica para la Estabilidad de Faenas e Instalaciones Mineras. Disponible en su sitio web, www.sernageomin.cl.