

**Universidad de Valparaíso**  
**Facultad de Derecho y Ciencias Sociales**  
**Escuela de Derecho**

**ASPECTOS JURÍDICO-AMBIENTALES DEL  
CIERRE Y ABANDONO DE FAENAS  
MINERAS; LOS PASIVOS AMBIENTALES  
MINEROS EN CHILE.**

**Memoria de Título para optar al grado de Licenciado  
en Ciencias Jurídicas y Sociales**

**Alumno: Miguel Angel Torres Vargas**  
**Profesor Guía: Pedro Neira M.**

**2 0 0 6**

*Dedicado a mis padres y,  
especialmente a Alejandra  
Gracias... totales.*

**INTRODUCCIÓN** **6**

---

**CAPÍTULO I: MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE** **10**

---

<b>1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES GENERALES</b>	<b>10</b>
1.1. CIERRE DE UNA FAENA MINERA	10
1.2. ABANDONO DE UNA FAENA MINERA	10
1.3. INSTRUMENTO DE CIERRE	11
1.4. PLAN DE CIERRE	12
1.5. PASIVO AMBIENTAL	12
<b>2. EFECTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA</b>	<b>13</b>
2.1. FASE DE EXPLORACIÓN	14
2.2. FASE DE EXPLOTACIÓN	15
2.2.1. Chancado o Molienda del Mineral	17
2.2.2. Separación o Lixiviación	17
2.2.3. Concentración del Mineral	18
2.2.4. Fundición	19
2.2.5. Transporte	20
2.3. FASE DE ABANDONO	20
a) Pérdida de la Calidad Paisajística.	21
b) Imposibilidad de uso Alternativo del Terreno:	21
c) Alteración de la Calidad del Aire:	21
d) Contaminación de Suelos:	21
e) Contaminación de suelos con desechos no considerados precedentemente:	22
f) Riesgo de colapso de los depósitos de estériles o relaves y de otras instalaciones abandonadas:	22
g) Riesgo de licuefacción de los tranques de relave:	22
h) Problemas hidrológicos:	22
i) Drenaje de Aguas Ácidas:	22
j) Arrastre de sedimentos:	23
2.4. LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	24
<b>3. NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE A LA INDUSTRIA MINERA EN CHILE</b>	<b>27</b>
3.1. LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA	27
3.2. LA LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE, 19.300 (LBMA)	29

3.3. EL REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	30
3.4. LA COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE	32
3.5. LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	36
3.6. EL CÓDIGO DE MINERÍA	37
3.7. EL REGLAMENTO DEL CÓDIGO DE MINERÍA	38
3.8. REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA	38
3.9. EL CÓDIGO SANITARIO.	39
3.10. EL CÓDIGO DE AGUAS.	39
3.11. LEY N° 3.133	40
3.11. D.S. 2.491/16	40
<b>4. NORMATIVA SOBRE EL CIERRE DE FAENAS MINERAS EN AMÉRICA DEL SUR</b>	<b>42</b>
4.1. BRASIL	42
4.2. ECUADOR	43
4.3. PERÚ	44
4.4. BOLIVIA	44
<b><u>CAPÍTULO II: CIERRE Y ABANDONO DE FAENAS MINERAS</u></b>	<b>46</b>
<b>1. LA FILOSOFÍA DEL CIERRE DE MINAS</b>	<b>48</b>
<b>2. EL PROCESO DE CIERRE DE UNA MINA</b>	<b>52</b>
2.1. ESCENARIOS DEL CIERRE DE UNA MINA	54
2.1.1. Cierre Temporal	54
2.1.2. Cierre Progresivo	55
2.1.2. Cierre Final	56
<b>3. PLANES DE CIERRE</b>	<b>58</b>
3.1. PLAN DE CIERRE INICIAL	59
3.1.1. Actividades de Cierre	61
3.1.2. Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre	61
3.1.3. Cronograma y Presupuesto para el Cierre	62
3.2. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE INICIAL	62
3.3. PLAN DE CIERRE FINAL	63
3.3.1. Condiciones Actuales del Sitio del Proyecto	63
3.3.2. Consultas del Cierre	64
3.3.3. Actividades de Cierre	64

3.3.4. Cronograma y Presupuesto para el Cierre / Mantenimiento y Monitoreo para la Etapa Post-cierre	65
3.3.5. Informes de la Etapa Post-cierre	65
<b>3.4. EVALUACIÓN DEL CIERRE</b>	<b>65</b>
<b>4. PROPUESTAS LEGISLATIVAS EN TORNO AL CIERRE Y ABANDONO DE FAENAS MINERAS</b>	<b>67</b>
4.1. DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS	68
4.2. SISTEMA DE GARANTÍAS	68
4.3. PLANES DE CIERRE	70
<b><u>CAPÍTULO III: PASIVOS AMBIENTALES MINEROS</u></b>	<b><u>72</u></b>
<b>1. ANTECEDENTES DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN CHILE</b>	<b>72</b>
<b>2. MARCO JURÍDICO DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS</b>	<b>74</b>
<b>3. CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS (PAM)</b>	<b>75</b>
<b>4. UN CASO CONCRETO: EL TRANQUE SLOMAN</b>	<b>76</b>
4.1. QUILLAGUA: EL PUEBLO FANTASMA	77
4.2. EL NIVEL Y ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN	77
4.3. LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN	79
4.4. LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA	79
<b><u>CAPÍTULO IV: TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS. LA FITOESTABILIZACIÓN PARA EL CIERRE DE FAENAS MINERAS</u></b>	<b><u>80</u></b>
<b>1. TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN</b>	<b>81</b>
<b>2. LA FITOESTABILIZACIÓN COMO MECANISMO DE RECUPERACIÓN DE SUELOS</b>	<b>83</b>
<b>3. FITOESTABILIZACIÓN VERSUS REVEGETACIÓN</b>	<b>85</b>
<b>4. PROYECTO DE FITOESTABILIZACIÓN DE RELAVES</b>	<b>86</b>
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>88</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b><u>92</u></b>

## **INTRODUCCIÓN**

La Minería ha sido por siglos una actividad económica en constante crecimiento. Sabido por todos es que ya desde antes de la llegada de los españoles a América los pueblos indígenas desarrollaron técnicas que les permitieron extraer metales preciosos y así concentrar grandes cantidades de tesoros muy valorados por los conquistadores del Siglo XV. Y así, en sólo un par de lustros los volúmenes de producción aumentaron en más de 1000%.

Sin embargo, no fue hasta el Siglo XIX que la Minería, considerada como actividad Generadora de Riqueza, comenzó a tomar los ribetes con que la conocemos hoy en día en nuestro país.

Tal ha sido y será la importancia de esta industria que podemos decir que entre 1990 y 2000 esta actividad fue responsable del 8,7% del PIB y del 47,2% de las exportaciones totales. Se calcula que sin minería, el crecimiento económico de Chile en los últimos 10 años hubiera sido dos puntos menos por año, con lo que el Producto Per Cápita sería actualmente de US\$ 4.620, en lugar de US\$ 5.174<sup>1</sup>.

La minería chilena es una actividad en expansión, que atrae inversión de grandes capitales extranjeros y nacionales y para lo que se pronostican nuevos incrementos, en caso de mantenerse un marco institucional legal y social adecuado.

La inversión directa en minería durante la última década suma alrededor de US\$ 20.000 millones, a lo que debe agregarse que una parte importante de las inversiones en otros sectores han sido impulsadas por la expansión en las actividades mineras.

Lo anterior es posible porque la minería en Chile es, en general, una actividad rentable, atributo esencial para la sustentabilidad de cualquier sector de la economía. Resulta asunto bien conocido que una actividad que produce pérdidas permanentes no puede sostenida en el tiempo.

La gran minería constituye un enorme impulso para las numerosas actividades complementarias, nacidas o desarrolladas para satisfacer las demandas de productos y servicios de los proyectos mineros.

---

<sup>1</sup> Consejo Minero de Chile A.G.; "Gran minería chilena y desarrollo sustentable", Santiago 2002, pág. 13

Todo lo anterior además de otros beneficios sustantivos en el desarrollo económico y social del país, como por ejemplo, el desarrollo infraestructural regional que también resultan de utilidad para otras actividades productivas y a para la comunidad<sup>2</sup>, a saber, en el ámbito de la energía, puertos y aeropuertos, agua, infraestructura habitacional, comercio y servicios, etc.

Es necesario también mencionar que la minería chilena contribuye a la descentralización mediante políticas activas del desarrollo económico para las regiones en que opera<sup>3</sup>.

Sin duda alguna los beneficios que reporta y está por reportar la Minería para la economía y desarrollo de nuestro país son cuantitativamente enormes.

Sin embargo, todo el desarrollo y riquezas emanadas de la explotación de yacimientos mineros por siglos y siglos, lamentablemente tiene su lado amargo: los impactos ambientales y el nivel de alteración causados al entorno en cada una de las etapas del desarrollo de todo proyecto minero. La acumulación de inmensas cantidades de Pasivos Ambientales Mineros se ha ido transformando cada vez más en un problema que necesita una solución inmediata.

La conciencia ambiental sólo emergió en nuestro país a mediados de los años sesenta, cuando luego de haber explotado la superficie terrestre por largos años, el hombre asumió que producto de su actuación irresponsable se estaba causando un grave daño al medio ambiente.

Es necesario que todos los operadores, titulares o dueños de faenas mineras entiendan que, con la preocupación que merece, la Minería puede transformarse en una explotación sustentable de recursos

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, respecto de la Energía: la generación y distribución de energía eléctrica en el Norte Grande han experimentado una transformación radical en los últimos años, impulsada por el crecimiento de la Gran Minería. La construcción de una gran número de generadores, subestaciones y líneas de transmisión ha triplicado la capacidad instalada en la última década y disminuido el costo de la electricidad en más de un 40%, con el consiguiente beneficio para otras actividades y habitantes de la región.

<sup>3</sup> En la Región de Antofagasta, cuyo crecimiento promedio entre 1990 y 2000 fue del 9,2%, la Gran Minería es responsable de más del 60% del PIB y genera 53.000 puestos de trabajo.

naturales no renovables. De esta tarea no se libra por ningún motivo la autoridad pública.

Así entonces, debe quedar grabada en la conciencia colectiva que la minería debe llegar a ser una actividad sustentable en el *Espacio en Tres Dimensiones*. Es decir, debe llegar a considerarse como uno de aquellos modelos que combinan desarrollo económico, ambiental y social, y que cuentan para ello con un marco institucional fuerte y ágil. En este sentido, el concepto de desarrollo sustentable considera la simultaneidad de tres dimensiones de las actividades productivas. Así, será *Desarrollo Sustentable* aquél que es capaz de crear valor económico para el conjunto de la sociedad (desarrollo económico), capaz de preservar los equilibrios ecológicos, atenuando los efectos negativos que pueden generar las actividades humanas y potenciando las externalidades positivas (equilibrio ambiental) y capaz convocar, de manera integradora, en los objetivos y las acciones, a los diferentes sectores de la sociedad (desarrollo social)<sup>4</sup>.

Como señalaremos en los capítulos siguientes, el desarrollo de la actividad minera está destinada, normalmente, a extinguirse, de manera que tarde o temprano será necesario proceder al cierre de las instalaciones. Este fenómeno puede presentarse, incluso, sin el agotamiento del mineral, es decir, como consecuencia de otros factores de índole económicos, administrativos, fenómenos naturales, etc. que harán necesario el cierre de una mina.

Cualquiera sea el motivo que conduzca a paralizar temporal o definitivamente instalaciones mineras, será siempre necesario tomar todas las medidas necesarias para reducir al mínimo la posibilidad de daño al medio ambiente. Así, el cierre de tranques de relave, pilas de lixiviación, fundiciones, chancadoras, molinos, caminos, edificaciones, almacenes, etc. conlleva la problemática del destino de los componentes de cada una de ellos.

En este sentido, se desarrollará en las siguientes páginas una serie de temas o cuestiones relacionadas con el cierre eficaz de faenas mineras mirados desde el punto de vista jurídico-ambiental,

---

<sup>4</sup> Consejo Minero de Chile A.G.; "Gran minería chilena y desarrollo sustentable", Santiago 2002, pág. 5

especialmente, en lo relativo a la regulación normativa existente en nuestro país y en América Latina.

Asimismo, se estudiará el problema de los *Pasivos Ambientales Mineros* en Chile y su solución, teniendo presente que la acumulación de éstos y el grave peligro que constituyen para el medio ambiente y la sociedad, dicen relación directa con el tratamiento adecuado en el cierre de faenas mineras.

Por último, se presentarán y analizarán, en el capítulo final de esta tesis, algunas clases de *Tecnologías de Remediación* que representan una alternativa a la disposición en tierra de desechos peligrosos que no han sido tratados, y sus capacidades o posibilidades de éxito.

## **CAPÍTULO I: MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE**

### **1. CONCEPTOS Y DEFINICIONES GENERALES**

En el presente trabajo han de desarrollarse una serie de temas y problemáticas de contenidos técnicos que escapan ampliamente de lo jurídico, por lo que se hace necesario acercar al lector algunos términos a que se recurrirá frecuentemente en las páginas subsiguientes.

No obstante, estos mismos puntos serán desarrollados a cabalidad en los capítulos correspondientes a cada uno de ellos, de manera que sólo se trata de aproximaciones a los mismos.

#### **1.1. CIERRE DE UNA FAENA MINERA**

Se entiende por cierre de una faena minera, la operación más o menos planificada con antelación por el titular de una explotación minera, ordenada en su ejecución y aprobada por la autoridad competente, que tiene por objeto lograr que, por medio de la aplicación de las medidas que sean necesarias, al término de su vida útil las faenas mineras sean seguras tanto para el medio ambiente como para los bienes y salud de la población.

Puede concluirse entonces que el cierre de una faena minera, no es una mera declaración de las medidas que se implementarán al momento de terminar con los trabajos productivos en la mina, sino que por el contrario, además deberá determinar de una manera detallada la forma en que se desarrollará la actividad, la infraestructura necesaria para llevarla a cabo, los impactos que generará con posterioridad al cierre, las medidas necesarias para mitigarlos, repararlos y/o compensarlos y, por tanto, la viabilidad ambiental del proyecto.

#### **1.2. ABANDONO DE UNA FAENA MINERA**

Se entiende por abandono de una faena minera, el cese de la actividad de una o más de sus instalaciones sin que exista un plan de cierre aprobado por la autoridad y efectivamente implementado por el titular, que tenga por objeto prevenir, controlar y/o compensar los impactos ambientales que se produzcan con posterioridad a su vida útil.

Como sucedería de no llevarse a cabo un plan de cierre, es el simple cese de la actividad con el posterior abandono de las

instalaciones por parte de sus responsables, sin ningún tipo de resguardo técnico que permita hacerlo viable ambientalmente en el mediano o largo plazo.

### **1.3. INSTRUMENTO DE CIERRE**

Es un instrumento de gestión ambiental que puede adoptar la forma de un plan de cierre u otro mecanismo análogo.

Para cumplir el objetivo de llevar a cabo un cierre adecuado a la normativa vigente, este instrumento, deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos<sup>5</sup>:

- a) Ser desarrollado y presentado por el industrial al iniciar el proyecto.
- b) Ser flexible para enfrentar la gran variedad de niveles de impactos ambientales que se puedan esperar y para la identificación de aquellos casos que presenten impactos más relevantes, destinando más recursos a su mitigación. Esta flexibilización se funda en ser la actividad minera un conjunto de industrias distintas con objetivos, aspectos ambientales, obligaciones y problemas de cierre variados y específicos.
- c) Contener una predicción, definición y cuantificación de los impactos negativos posibles que se producirán.
- d) Contemplar pormenorizadamente las medidas de mitigación y/o control para tales impactos.
- e) Asegurar que las tierras afectadas por la minería puedan ser reutilizadas en usos que tengan algún valor económico o ambiental.
- f) Dejar establecido un concepto acerca de la ubicación final de los materiales, el perfil de las faenas de importancia, y una idea de los impactos esperados a nivel de ingeniería conceptual.

En cuanto al ámbito de aplicación de este instrumento de gestión, se estima que aquellas actividades mineras que causan impactos menores no debieran estar sujetas a la presentación de este plan de cierre, pero sí a uno análogo que sea menos complejo.

---

<sup>5</sup> Retamal Márquez, Úrsula; "Minería y medio ambiente: Cierre y abandono de faenas mineras", Memoria de título para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Concepción, pág. 71

En todo caso, siempre debería existir la aprobación de alguna autoridad legalmente competente y técnicamente capacitada para otorgar licencias no al momento de terminar con la explotación de un yacimiento, sino al momento de iniciar sus faenas. Este tema se desarrollará en extenso en otro capítulo de este trabajo.

#### **1.4. PLAN DE CIERRE**

El plan de cierre es el documento que *"describe pormenorizadamente las características y efectos de una faena minera en la etapa de cierre, debiendo proporcionar antecedentes fundados para la interpretación del impacto ambiental en dicha fase, y describir el conjunto de procedimientos, actividades, obras y medidas que deban implementarse para cumplir con los objetivos de la normativa"*.<sup>6</sup>

De la definición dada se puede concluir que el plan de cierre, al igual que los Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental, es un documento eminentemente técnico, en el cual las medidas propuestas deben encontrarse justificadas por él mismo, tanto en lo económico como en lo técnico.

Para confeccionar un plan de cierre eficaz es necesario cuantificar y calificar los impactos ambientales que pudiera producir un proyecto minero. Así, es necesario recurrir a ciertos criterios de análisis ambiental en cada una de las fases del proyecto.

Debe tenerse en cuenta al momento de plantear un proyecto de cierre, así como en su aprobación o rechazo, aspectos como la duración del impacto, revocabilidad del impacto, probabilidad del acontecimiento, etc.

#### **1.5. PASIVO AMBIENTAL**

El término pasivo ambiental abarca aquellos problemas crónicos provocados en el pasado por el hombre y aun sin solución, de manera que no pueden ser resueltos mediante la aplicación de la normativa vigente en materia de cierre o de planes de descontaminación. Ellos se han producido como consecuencia no sólo de contaminación sino

---

<sup>6</sup> Informe Final Proyecto CONAMA – Ministerio de Minería; 1998, pág. 199.

también de sobreexplotación y deterioro de recursos, descuido, malas prácticas de manejo o tecnologías inadecuadas.

Corresponde a aquellos impactos negativos acumulados por largo tiempo, cuya solución pasa por una alta inversión económica de toda la sociedad, aun cuando pueda ser imputado en su origen a uno o más individuos determinados, y que en caso de no solucionarse en forma oportuna pueden transformarse en irreversibles.

## **2. EFECTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA**

El desarrollo de la actividad minera se divide en diferentes fases o etapas, cada una de ellas con características, problemáticas y efectos ambientales propios. Estas fases son, principalmente, la Fase de Exploración, Explotación y Cierre o Abandono.

En las siguientes páginas se hará una descripción de cada una de las etapas y de sus efectos en el medio ambiente.

En lo que concierne a la fase de Explotación, las sub-fases de la misma, a saber, Chancado o Molienda del Mineral, Lixiviación, Concentración del Mineral, Fundición y Transporte, se desarrollarán especialmente considerando las repercusiones ambientales de cada una de las mismas.

Respecto de la etapa final del proceso de producción minera, es decir, el cierre o abandono<sup>7</sup>, sólo nos remitiremos a los efectos ambientales de la misma ya que más adelante se dedica un capítulo completo a su estudio por tratarse del tema principal de esta tesis.

Finalmente se analizarán brevemente algunos aspectos sobre cómo el agua se ve gravemente afectada por el desarrollo de la actividad minera en casi todos los aspectos.

Debe tenerse presente que, para el solo efecto de hacer más sistemático y comprensible el estudio de los efectos ambientales que presentan cada una de las fases de la minería, se ha tomado como base el desarrollo de la minería a Cielo Abierto o Rajo Abierto. Lo anterior también se funda en que se trata del tipo de minería más recurrente en Chile y América Latina, siendo la de mayor trascendencia para efectos

---

<sup>7</sup> La presencia de una de estas etapas –cierre y abandono- se superpone a la de la otra, bajo el supuesto de existir o no un plan de cierre eficaz y llevado a cabo en su totalidad.

medio ambientales. Todo sin perjuicio de que en los demás tipos de minería las fases son análogas y sus diferencias existen sólo respecto de ciertos puntos<sup>8</sup>.

## **2.1. FASE DE EXPLORACIÓN**

El objetivo de esta fase es identificar la existencia de yacimientos mineros y cuales serán los tipos de minerales existentes. Un yacimiento es una región donde hay un mineral presente en cantidades rentables, son depósitos naturales formados por irregularidades de la corteza terrestre.

Los métodos de exploración pueden ser físicos, químicos, radioactivos o por conductividad eléctrica, cambios de densidad o campo magnético.

En esta fase se construyen campamentos, caminos, se introduce maquinaria pesada como camiones gigantescos, construcción de tendidos eléctricos, entre otros.

Durante esta fase se puede causar impacto en todos los elementos del ambiente.

En el Aire se produce la emisión del material particulado.

En el Suelo se produce su pérdida por la destrucción de la capa vegetal, además de la aparición de lodos de perforación traídos a la superficie y que son altamente peligrosos por contener una serie de sustancias tóxicas como metales pesados, radioactivos, sustancias derivadas del petróleo y otros que terminan contaminando gravemente la superficie del suelo. La apertura de caminos puede producir deslaves sobre fuentes de agua de consumo humano, deforestación y colonización

En el Agua se produce contaminación por arrastre de sedimentos. La sedimentación produce turbidez en el agua causando con esto la reducción del oxígeno existente en ella. Puede penetrar además capas freáticas en las aguas subterráneas causando una serie de alteraciones en los cauces, como cambios de temperatura, composición química, desviación de su curso normal y afectando con ellos las flora y la fauna puesto que deforma las condiciones óptimas del agua para que puedan existir las diferentes formas de vida que en ella habitan.

---

<sup>8</sup> <http://www.accionecologica.org>

## 2.2. FASE DE EXPLOTACIÓN

Esta es la fase más peligrosa y destructiva de la actividad minera que ya de por sí es una actividad fulminante con los recursos naturales. Una vez que se ha comprobado la existencia de yacimiento mineral esta fase puede prolongarse por decenas y hasta centenares de años.

En esta fase también se requiere la construcción de obras auxiliares como tranques de relaves, edificios de administración, construcción de las distintas pilas<sup>9</sup>, construcción de caminos, sistemas de manejo de residuos industriales y domésticos, transporte de minerales y sobrecarga del mismo, construcción de tendidos eléctricos, etc.

Se inicia esta fase quitando la capa superficial de vegetación, suelo y roca. Para ello se utiliza una gran cantidad de explosivos<sup>10</sup> y maquinaria pesada como gigantescas palas mecánicas de gran capacidad de extracción que depositan la roca que contiene el material en camiones de alto tonelaje para ser transportada al sitio en el que serán procesadas, es decir, chancadoras.

Esta fase presenta impactos ambientales en el aire constituidos por la emisión de material particulado por las tronaduras y explosiones realizadas, mediante las cuales se emite a la atmósfera importantes concentraciones de reactivos tóxicos contenidos en los explosivos. También en la extracción y transporte de los minerales para posteriores tratamientos se emiten gases por la quema de los materiales dentro de los distintos procesos y la utilización de maquinaria pesada con emisiones de diferentes reactivos tóxicos y químicos.

También es posible percibir en esta etapa una importante contaminación acústica por la emisión de ruidos y vibraciones que produce la maquinaria pesada en las distintas actividades que implica la

---

<sup>9</sup> Generalmente se trata de pilas de lixiviación para la extracción de oro y cobre.

<sup>10</sup> Uno de los explosivos más utilizados para desprender la roca con el material es el Nitrato de Amoníaco mezclado con Diesel. Se trata de un material sumamente explosivo. Se menciona como ejemplo que para volar un edificio de tamaño promedio, es decir, unos doce pisos, se utilizarían sólo dos toneladas de explosivo. Así, para la extracción de una mina en Montana, EEUU, se ha calculado que se detonarían 37 toneladas del Material explosivo diariamente durante quince años que es la vida que se calcula tendrá la mina.

explotación de los yacimientos<sup>11</sup>. Esto sumado a las explosiones realizadas que también causan grandes vibraciones y, consecuentemente, estruendos muy ruidosos.



En los suelos, las actividades mineras y las construcciones de toda la infraestructura para la explotación causan pérdida de cubierta vegetal. También se da la alteración o presación de ríos y arrastre de compuestos ácidos con la consecuente pérdida de la calidad de los suelos. Los húmedos o áreas costeras son afectadas por la gran cantidad de sustancias tóxicas emitidas en esta fase. Por otro lado se produce la modificación de la topografía de toda la zona en que se realiza la extracción minera.

El agua se ve afectada por la acidificación producto de la eliminación de aguas ácidas de las minas y son potenciales contaminantes de recursos de aguas superficiales y subterráneas.

En el caso de las minas de cobre la actividad libera al ambiente, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, una serie de sustancias que al mezclarse con los elementos químicos del agua forman el ácido sulfúrico, el mismo que al llegar al agua provoca la acidez de ésta. El cobre está asociado al azufre, el cual se encuentra encerrado en las rocas. El azufre es inofensivo, pero ya una vez expuesto al aire y al agua se convierte en ácido sulfúrico y reacciona con

---

<sup>11</sup> Un camión minero es capaz de cargar 340 toneladas de material en un solo viaje.

otras sustancias tóxicas que también están presentes en la roca en un proceso que se denomina lixiviación ácida, que consiste en la liberación e introducción de metales pesados en aguas, sustancias que envenenan a toda forma de vida presente en ellas.

La acidez en el agua es importante y ésta debe tener un rango óptimo para que allí puedan vivir las especies animales y vegetales. Cuando aumenta la acidez en el agua por la emisión de ácido sulfúrico y el azufre que está liberando la mina, hace que la vida en el agua sea imposible.

La acidez afecta también a los seres humanos. Ésta hace que en la piel los poros se abran o se pierda la capa de grasa que normalmente tiene la piel humana. Esto provoca que las bacterias ingresen al organismo generando infecciones de todo tipo, como las digestivas, respiratorias, renales, etc. Además, el organismo humano puede estar expuesto a otras consecuencias, puesto que ingiere los productos que se dan en el agua y el agua misma que ha perdido su calidad.

### **2.2.1. Chancado o Molienda del Mineral**

Esta corresponde a una de las sub-fases de la etapa de explotación y consiste en convertir la roca en partes más pequeñas e incluso en polvo, reduciéndolas en grandes trituradoras y molinos de barras y bolas para poder recuperar con mayor facilidad el metal contenido en los minerales a través de procesos posteriores.

Para este proceso se requiere de grandes cantidades de energía y agua y se producen miles de toneladas de material que es acumulado.

Los impactos ambientales del chancado en el aire son la emisión de material particulado, emisión de reactivos tóxicos a la atmósfera y ruidos y vibraciones generadas por molinos y chancadoras.

En el agua se produce la generación de residuos tóxicos y contaminación de aguas superficiales, especialmente, por compuestos ácidos.

Por su parte, el suelo se ve afectado por la generación de residuos sólidos generados por materiales descartados.

### **2.2.2. Separación o Lixiviación**

En esta sub-fase de la explotación se separa el metal contenido en el material extraído del yacimiento a través de sustancias químicas y

tóxicas<sup>12</sup>. Este proceso es llevado a cabo en pilas o grandes plataformas de lixiviación que pueden medir de 1 a 50 hectáreas donde se pila el material triturado.



En el agua se produce por la lixiviación la generación de residuos líquidos tóxicos y que contienen metales pesados.

Respecto del suelo es en esta etapa en la que se hace necesaria la construcción de relaves lo que significa la pérdida de la cubierta vegetal.

### **2.2.3. Concentración del Mineral**

Este proceso corresponde a la separación del metal con el fin de dejarlo con un alto grado de pureza. Para ello se utilizan varios procesos como la flotación, extracción con solventes, electro obtención, etc.

La tecnología del concentrado es una de las que se han desarrollado en los últimos años. En esta también se utilizan enormes cantidades de agua<sup>13</sup>.

El método consiste en separar el polvo que contienen las partículas del mineral buscado de otros minerales que no son

---

<sup>12</sup> Por ejemplo, el cianuro para el caso del oro.

<sup>13</sup> En Perú, por ejemplo, en una mina de molibdeno y cobre de la ciudad de Hilo, se utiliza la cantidad de 2,30 litros de agua por segundo y 2.124 galones por hora. Ésta es una cantidad suficiente para abastecer a una ciudad grande de agua potable.

comerciales a través de la adición de reactivos químicos, los que suelen ser altamente tóxicos<sup>14</sup>.



*Fig. 3: Espesador de Concentrado La Escondida*

Después este concentrado es secado, filtrado y sometido a un nuevo proceso que es la fundición.

La concentración de mineral produce en el aire emisión de material particulado, emisión de reactivos y emisión de ruidos y vibraciones.

Respecto del agua, el impacto ambiental de esta etapa se presenta el almacenamiento de residuos líquidos en relaves, contaminación por compuestos ácidos, aumento de la turbiedad del agua.

#### **2.2.4. Fundición**

Este es el último proceso de la minería metálica y consiste en la recuperación de los metales contenidos en el mineral por medio del calentamiento a altas temperaturas.



*Fig: 4: Fundición de Mineral Chuquicamata*

El aire se ve afectado ambientalmente por la emisión de material particulado, emisión de

para obtener el molibdeno 855,4 kg. de cianuro

anhídrido sulfuroso y arsénico contenidos en los minerales y generación de lluvia ácida.

Se produce la contaminación de las aguas por arrastre de sedimentos depositados en el suelo.

Por su parte, se produce la pérdida de suelo y vegetación por acumulación de escorias y elementos estériles. También se ve afectado el suelo por la emisión de polvos por precipitación de humos de las chimeneas.

### **2.2.5. Transporte**

Esta etapa implica el traslado de los minerales o del concentrado de mineral desde las áreas de explotación a los sectores de tratamiento o hacia los lugares de exportación del mineral en los puertos.

Para transportar estos materiales se utilizan gigantescas maquinarias como grúas, camiones de gran envergadura capaces de cargar hasta 340 toneladas de mineral y largos trenes.

Por efecto del viento se produce la emisión del material transportado contaminando el aire.

El suelo se ve afectado por la pérdida de terrenos por la construcción de vías de transporte.

### **2.3. FASE DE ABANDONO**

La fase de abandono consiste en el término de las actividades productivas del yacimiento y el posterior retiro de su responsable del sitio de la faena.

Como se indicó precedentemente, nos limitaremos en este punto a estudiar únicamente los efectos ambientales de esta fase.

Los daños que se pueden producir en la etapa de abandono se relacionan directamente con la forma elegida por el concesionario para el desarrollo de la exploración explotación y beneficio de los minerales



(proceso minero), ya que eso determinará los tipos de efluentes que se generarán y los medios utilizables para su control y monitoreo<sup>15</sup>.

Las causas de los impactos y daños que se pueden producir en esta etapa y que se deriven, ya sea de las fases precedentes o que se generen sólo en esta, son los siguientes:

**a) Pérdida de la Calidad Paisajística<sup>16</sup>.**

**b) Imposibilidad de uso Alternativo del Terreno:**

Las faenas mineras pueden producir un impacto en el medio ambiente que imposibilite el aprovechamiento de los terrenos abandonados en otras actividades económicas, con el consiguiente perjuicio social.

**c) Alteración de la Calidad del Aire:**

Se produce por el transporte de partículas en suspensión desde los botaderos de rocas, tranques de relaves secos o rajos, por cambio en la morfología del terreno y caminos en desuso, los que erosionan el entorno, dificultan el crecimiento de vegetación, dañan a los animales que se alimentan de ella y constituyen un riesgo importante para la salud humana si tienen un rango respirable<sup>17</sup>, ya que conforme a su contenido pueden producir cáncer, silicosis, fluorosis, bronquitis aguda, etc.

**d) Contaminación de Suelos:**

Producto del depósito de desechos derivados del mineral, del arrastre de relaves por viento o aguas superficiales, de las rocas del yacimiento y de la operación de fusión<sup>18</sup>.

---

<sup>15</sup> Domínguez Meza, María Francisca; "Propuesta Legislativa en Materia Ambiental para el Cierre y Abandono de Faenas Mineras", Memoria de Título, Facultad de Derecho Universidad de Chile; año 2000; página 22 y siguientes.

<sup>16</sup> Olcay Cárdenas, Luis Alberto; "Marco Legal Actual en Chile, Política Ministerial Referente a Planes de Abandono"; Santiago, página 5.

<sup>17</sup> Si su diámetro es inferior a 10 µm.

<sup>18</sup> Ropert Fuentes, Rodrigo; "Legislación chilena y extranjera sobre planes de cierre y rehabilitación de faenas mineras"; página 9.

**e) Contaminación de suelos con desechos no considerados precedentemente:**

Se trata de desechos que fueron generados durante la etapa de operación y que no son producidos por el yacimiento<sup>19</sup>. Su disposición y almacenamiento inadecuados producen contaminación del suelo, cursos del agua superficial o freáticas con compuestos orgánicos y peligro para la salud humana debido a la toxicidad crónica o aguda.

**f) Riesgo de colapso de los depósitos de estériles o relaves y de otras instalaciones abandonadas:**

Este colapso puede ocurrir en caso de sismo, lluvias, excesivas, crecida de ríos, avalanchas, etc. La ocurrencia de algunos de estos eventos podrían significar una grave contaminación de los suelos y el agua.

**g) Riesgo de licuefacción de los tranques de relave:**

Se puede producir a causa de la deficiente impermeabilización o la ocurrencia de eventos como los señalados anteriormente., produciendo la contaminación de suelos al solubilizarse los metales.

**h) Problemas hidrológicos:**

Con el cierre o abandono de una faena minera, se deja de bombear el agua de origen natural existente en túneles, diques, galerías y rajos, con lo que puede producirse su liberación con el consiguiente daño a los ecosistemas acuáticos, la calidad de aguas de ríos, napas subterráneas, el abastecimiento de agua potable, daño en obras de infraestructura como fundaciones y alcantarillado y debilitación de terrenos en que hay minas.

**i) Drenaje de Aguas Ácidas:**

Se produce por la existencia de agua de origen natural (lluvias y ríos) o de proceso, que al entrar en contacto con ciertos componentes

---

<sup>19</sup> Entre ellos podemos encontrar aceite de motor o lubricante, tambores de reactivos químicos u otros productos, desechos ferrosos, neumáticos, desechos de soluciones de extracción pro solventes, desechos de reactivos químicos que se utilizan para la flotación, espesamiento o electrólisis, electrolitos de descarte, desechos de catalizadores usados en la producción de ácido sulfúrico, etc.

de la superficie desnuda de los depósitos o del rajo, produce una reacción química de oxidación que genera ácido. Esta causa de impacto es bastante superior en las minas a rajo abierto, ya que la superficie de contacto es mayor y el material de botadero resquebrajado, lo que permite el ingreso de oxígeno.

Sus consecuencias son variadas y más acentuadas en evento que se solubilicen los metales contenidos en los botaderos, rajos, rípios, relaves, etc., y sean transportados a zonas agrícolas, fuentes de agua potable, sedimentos de ríos o el mar.

Si tienen contenido metálico pueden dañar, alterar o eliminar el



hábitat de los cursos de agua superficiales; alterar la composición de las napas subterráneas si percolan hasta ellas y dañar las instalaciones de infraestructura (alcantarillados, rellenos sanitarios y fundaciones).

#### **j) Arrastre de sedimentos:**

Se encuentran compuestos por partículas orgánicas e inorgánicas de variados tamaños que, al ser introducidos o arrastrados por las corrientes, se depositan finalmente en lagos, lagunas o el mar. Estos sedimentos pueden provenir de descargas de desechos mineros que en las aguas se suspenden en columnas de agua posteriormente decantan en los fondos.

Los sedimentos pueden inducir cambios en la composición de las aguas marinas, afectando los ecosistemas acuáticos, ya que su gran volumen reduce la penetración de luz con la consiguiente supresión de la actividad fotosintética de los organismos que sirven de alimento a muchos invertebrados, alterándose así toda la cadena alimenticia. También causan daños directos en los organismos de la fauna acuática, afectan las características físicas de las corrientes, elevan el costo de tratamiento de las aguas y, al aumentar el caudal de las corrientes, pueden acceder a los terrenos ribereños.

## 2.4. LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua es un elemento primordial y omnipresente en la naturaleza. Nuestro planeta es por excelencia -hasta donde sabemos- el "Planeta del Agua". El agua fluye y se transforma constantemente en el subsuelo, la atmósfera y sobre la superficie del planeta. Incluso el ser humano está constituido por dos terceras partes de agua. De ahí la relevancia de su contaminación y deterioro producto de cualquier factor, en este caso, las faenas mineras.

El 70% de la superficie del planeta está cubierto por agua. Un 97% está en los océanos y mares y sólo el 3% es agua dulce. De ésta, más de tres cuartas partes, es decir, el 77,06% constituyen la nieve y el hielo polar, el 21,08% es agua subterránea y únicamente el 0,6% es agua superficial disponible. De esta última, más de la mitad forma los ríos y lagos y lo demás se distribuye en entresuelo, aire y organismos vivos. Los ríos y lagos representan el 0,34% del agua dulce del planeta.

Los ríos se forman y alimentan, principalmente, con el aporte de las aguas subterráneas. Nacen del suelo en afloramientos y manantiales, van formando arroyos y crecimientos al recibir el aporte de otros arroyos y de la capa freática<sup>20</sup>, recorren grandes extensiones de tierra y descansan en las llanuras costeras para, finalmente, abrirse en varios brazos para entregar sus aguas al mar.

Las crecientes, el arrastre de sedimentos, la disolución de sustancias minerales y compuestos orgánicos, los ciclos de alimentación y reproducción de los organismos, los rayos de las tormentas, expresan el conjunto de fenómenos físicos, eléctricos, magnéticos y biológicos que configuran los ciclos del agua y el flujo de los ríos.

El agua que es un elemento vital presente en toda la naturaleza es tremendamente afectada por cualquier deterioro en el suelo, subsuelo o la atmósfera. La contaminación del aire con la quema de gases tóxicos genera lluvias ácidas, éstas calcinan como fuego la vegetación y el suelo. La fumigación de plantas con agrotóxicos, por ejemplo, envenenan las plantas y el suelo y, tarde o temprano, por el efecto de

---

<sup>20</sup> Capa Freática corresponde a la primera capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación y la más susceptible de la contaminación antrópica.

las corrientes de las lluvias, terminan envenenando las aguas e incluso los depósitos de aguas subterráneas.

Los materiales tóxicos, como los utilizados en la minería, son fijados en las plantas acuáticas y también se concentran en el tejido de los peces, de los herbívoros y, más tarde, en las células de los carnívoros.

Los efectos de la contaminación de las aguas son letales para los seres vivos. Sus efectos muchas veces no son inmediatos sino que suelen ser latentes y acumulativos. La contaminación de las aguas provoca que una o varias especies de la flora o fauna acuática desaparezcan y con ello se altere el ciclo vital del agua, anulando las formas de vida en los ríos, lagos y otros cursos de agua convirtiéndose en cloacas.

Un factor grave es el hecho de que uno de cada tres seres humanos en los países del sur carecen de agua potable y un 80% de las enfermedades producidas en ellos es por la contaminación de las aguas.



*Fig. 7:Contaminación de las Aguas*

Los famosos hidroproyectos auspiciados por los bancos y agencias multilaterales, lejos de proveer de agua a los habitantes del sector rural o asentamientos urbanos marginales, transformaron en invaluable cuerpos de agua en el uso incompatible o insostenible de los sistemas hídricos, produciendo la acidificación, la desertificación de las tierras fértiles, la alteración de los ciclos hidrológicos con prolongadas y cada vez más severas sequías, inundaciones y torrenciales inviernos,

acompañados de crecientes deslizamientos y peligrosos desprendimientos de tierra, lodo y piedra.

Los megaproyectos hídricos tienen fuertes impactos como el desarraigo cultural, enfermedades, devastación de los recursos ictiológicos, erosión y salinización de los suelos, contaminación e inclusive sismos.

Es deber de todos el velar por mantener el equilibrio ecológico entre las provisiones de agua y su demanda a fin de cumplir con el principio que reconoce a *"todos los miembros de las presentes y futuras generaciones el derecho fundamental a un estilo de vida sostenible, incluyendo la disponibilidad en cantidad y cualidad"*<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Artículo 1º Declaración de Ámsterdam.

### **3. NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE A LA INDUSTRIA MINERA EN CHILE**

La normativa que regula el aspecto ambiental del sector minero no es escasa, sin embargo, es notoria su falta de coordinación y sistematización, particularidad que indudablemente necesita ser superada en los años venideros si lo que se pretende es el cuidado y conservación del medio ambiente dadas las innumerables consecuencias perniciosas que esta industria produce en el ecosistema y que ya fueran someramente descritas en este trabajo.

A continuación esbozaremos una síntesis de la normativa ambiental vigente más relevante y aplicable a la minería.

#### **3.1. LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA**

Dentro de las normas de carácter general tenemos que la de mayor jerarquía se encuentra en nuestra Carta Fundamental.

La Constitución Política, en su artículo 1º, establece que *"el Estado está al Servicio de la persona humana y su finalidad es promover el bien común (...) con pleno respeto a los derechos y garantías que esta Constitución establece. (...) Es deber del Estado resguardar la seguridad nacional, dar protección a la población y a la familia (...).*

A su vez, en el artículo 19 número 8º establece que *"La Constitución asegura a todas las personas: (...) N° 8: El derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no se vea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente."*

La norma citada constituye la base de toda la institucionalidad ambiental, y sobre ésta se fue elaborando numerosa jurisprudencia debido a la ausencia de definiciones legales de los términos contenidos en este numeral, cuestión que no vio solución concreta sino hasta la promulgación de la Ley 19.300 en el año 1994.

De este modo, mediante el artículo 19 N° 8 se da rango constitucional a este derecho con su doble característica de ser un derecho social, en beneficio de toda la nación , y un derecho exigible

contra toda persona o autoridad que producto de su actuar vulnere dicha garantía.

Por otro lado, la garantía del derecho a vivir en un medio libre de contaminación se encuentra prevista en el artículo 20 de la Carta Fundamental, que establece la acción denominada "Recurso de Protección Ambiental", supuesto para el caso de vulneración por acción arbitraria e ilegal de la disposición antes citada.

Con respecto a esta especial acción constitucional es necesario tener presente lo que la jurisprudencia nacional ha sentenciado en relación a su prescripción, cuestión que afecta directamente al problema de los pasivos mineros históricos. Se ha ido reconociendo la imprescriptibilidad del derecho de recurrir de protección cuando la acción contaminante se sigue produciendo en el tiempo, característica de suma importancia por cuanto, tratándose de la contaminación ambiental, el daño o efecto negativo no se produce inmediatamente después de la acción contaminante, sino que tarda en aparecer, e incluso puede presentarse años después de producida ésta.

En este sentido se ha resuelto que "...el acto que motiva los recursos es de aquéllos de desarrollo permanente y continuo, iniciado con mucha antelación a la dictación de la Norma Constitucional que se dice infringida, como lo es el vaciamiento permanente del relave de la industria minera de cobre de El Salvador en el litoral de Chañaral, sin que sea posible determinar el momento preciso en que se entiende producida o en vías de producirse la contaminación de medio ambiente que se reclama, por lo que el derecho a recurrir de protección no precluye mientras la acción contaminante continúa produciéndose".

Dentro del mismo artículo 19, pero en el numeral 24 se establece que *"La Constitución asegura a todas las personas (...) N° 24: El derecho de propiedad en sus diversas especies sobre toda clase de bienes corporales e incorporales. Sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, de usar, gozar y disponer de ella y las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social. Esta comprende cuanto exijan los intereses generales de la nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental. (...)"*. Esta norma consagra la llamada función social de la propiedad, que restringe el carácter absoluto del derecho de

dominio, anteponiendo a su ejercicio, en lo que nos interesa, la protección del medio ambiente.

### **3.2. LA LEY DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE, 19.300 (LBMA)**

La LBMA fue publicada en el Diario Oficial de fecha 09.03.94. Es la norma jurídica alrededor de la cual se estructura nuestro ordenamiento jurídico ambiental. Esta ley tiene, como propósito práctico, el conjugar, sistematizar, coordinar y racionalizar la abundante legislación ambiental sectorial junto con las potestades de los órganos llamados por ellas a intervenir, es decir, sirve de marco de la extensa normativa ambiental existente, sin derogar el antiguo ordenamiento, sino solamente establece un órgano coordinador interministerial de alto nivel.<sup>22</sup>

En ella se contemplan las instituciones centrales del sistema y es por ello que para todos los sectores y entre ellos el minero, sus normas son de la mayor importancia de una u otra forma.

La Ley en comento señala en su artículo 10, que los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Desde la perspectiva minera las actividades que deberán someterse a dicho sistema son:

Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras, extracción industrial de áridos, turba o greda (artículo 10 letra i).

Oleoductos, gasoductos, ductos mineros y disposición de residuos y estériles, u otros análogos. (artículo 10 letra j).

Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas (artículo 10 letra ñ).<sup>23</sup>

La LBMA estableció, como instrumentos de gestión ambiental, el SEIA, la elaboración de planes de manejo, prevención y

---

<sup>22</sup> Retamal Márquez, Úrsula, "Minería y Medio Ambiente: Cierre y Abandono de Faenas Mineras", Memoria de Prueba para optar al Grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Concepción, 2004, pág. 25.

<sup>23</sup> Gladys Camacho, Víctor Morales, Roxana Varas, Miriam Henríquez, "Normativa Ambiental Aplicable a la Industria Minera en Chile", Congreso Internacional de Gestión Ambiental Minera, año 2001, pág. 3.

descontaminación, la elaboración de normas de emisión y calidad ambiental, la responsabilidad ambiental, un sistema de participación ciudadana en la resolución de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), en la elaboración de normas ambientales y en la elaboración de planes de descontaminación. Además se estableció, como órgano coordinador interministerial, a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

### **3.3. EL REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Este reglamento fue aprobado por D.S. N° 30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y publicado en el Diario Oficial el 03.04.97, cuya finalidad principal es dar vigencia al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) previsto en la Ley 19.300, toda vez que el artículo 1° Transitorio de dicha ley lo condicionó a la publicación del Reglamento pertinente. Por consiguiente, a partir del 3 de abril de 1997, rige en Chile dicho sistema de evaluación ambiental.

El SEIA puede ser definido como un conjunto de procedimientos que tiene por objeto identificar y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que un determinado proyecto o actividad presentará, permitiendo diseñar medidas que reduzcan los impactos negativos y fortalezcan los impactos positivos.<sup>24</sup>

El SEIA es un procedimiento al que deben someterse obligatoriamente los titulares de proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que se encuentran enumerados en el artículo 10 de la LBMA y complementados posteriormente por el Reglamento. Procede citar como ejemplo de proyectos sometidos al sistema de evaluación, y que están especificados en dicho reglamento el literal i) del citado artículo los "*Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles*".

La LBMA y el Reglamento del SEIA, al tratar los contenidos de los EIAs, contemplan ciertas referencias a la etapa de cierre o abandono de los proyectos o actividades que se sometan al SEIA. En estas referencias

---

<sup>24</sup> Fernández B., Pedro, "Manual de Derecho Ambiental Chileno", Editorial Jurídica de Chile año 2004, pág. 157.

se observa que la planificación del cierre debería contenerse en el EIA del proyecto minero de que se trate, a lo menos en términos generales. En efecto, el artículo 12 letra c) del Reglamento SEIA, en concordancia con el artículo 12 letra a) de la LBMA, establece dentro de las materias a considerar como contenidos mínimos de un EIA *"la descripción de la fase de cierre y/o abandono, si la hubiere, detallando las acciones, obras y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad"*.

Asimismo, el artículo 12 del Reglamento del SEIA en su literal g), en plena concordancia con el artículo 12 letra d) de la LBMA, dispone que el EIA deberá contener *"una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, incluidas las situaciones de riesgo"*. Su inciso segundo agrega que *"para tales efectos se contrastarán cada uno de los elementos del medio ambiente descritos, caracterizados y analizados en la línea de base con sus potenciales transformaciones derivadas de la ejecución o modificación del proyecto o actividad, considerando las fases de construcción, operación y cierre o abandono, si las hubiere"*. Bajo el estricto acatamiento de esta norma, la evaluación deberá considerar el estado de los elementos del medio ambiente en su condición más desfavorable, así como, los impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos.<sup>25</sup>

Por otro lado, el literal h) del mismo artículo señala que el EIA debe contener *"un plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación que describirá las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación y/o compensación que se realizarán cuando ello sea procedente"*.

Surge la duda acerca de lo que ocurre con dos circunstancias que podrían significar que algún proyecto no quede o no haya quedado sometido al SEIA, a saber: aquellos proyectos que no se encuentren dentro de las situaciones descritas en las normas citadas y los que se hayan iniciado con anterioridad a la vigencia de este sistema. En cuanto a estos casos, siempre existe la posibilidad de acogerse al SEIA presentando para ello una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresarán que éste cumple con la legislación ambiental vigente. La DIA aparece

---

<sup>25</sup> <http://www.areaminera.com/Contenidos/Ambiente/Articulos/3.act>

definida en el artículo 2 letra f) de la LBMA como un *"documento descriptivo de una actividad o proyecto que se puede realizar o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes."*

Luego de presentados los antecedentes correspondientes por el titular de un proyecto o actividad susceptible de causar impacto ambiental en los términos descritos, la ley establece un mecanismo a través del cual serán sometidos a una Evaluación de Impacto Ambiental que estará a cargo de la CONAMA o COREMA respectiva, la que determinará si el impacto ambiental de esa actividad se ajusta a las normas vigentes. Con la aprobación por esas instancias de los documentos presentados se tramitarán todos los permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales que puedan ser otorgados en dicha oportunidad por los organismos del Estado.

### **3.4. LA COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE<sup>26</sup>**

La Comisión Nacional del Medio Ambiente es la institución del Estado que tiene como misión promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo y coordinar las acciones derivadas de las políticas y estrategias definidas por el gobierno en materia ambiental. Se trata de un Servicio Público, funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República y con una función eminentemente coordinadora de la gestión ambiental de los distintos Servicios Públicos.

Dentro de sus objetivos fundamentales se destacan los siguientes:

- Recuperar y mejorar la calidad ambiental
- Prevenir el deterioro ambiental
- Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales
- Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo
- Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental
- Perfeccionar la legislación ambiental y
- Desarrollar nuevos instrumentos de gestión

---

<sup>26</sup> <http://www.conama.cl/portal/1255/propertyname-1647.html>

Con la LBMA fue creada la CONAMA y con ello la institucionalidad ambiental. La Ley 19.300 reconoce las competencias legales y técnicas existentes en los distintos servicios sectoriales del Estado y la necesidad de coordinar la gestión ambiental conjunta con cada uno de ellos.

Sus principales funciones son:

- Proponer al Presidente de la República las políticas ambientales del Gobierno.
- Informar al Presidente sobre el cumplimiento y aplicación de la legislación vigente en materia ambiental.
- Actuar como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con el medio ambiente.
- Mantener un sistema nacional de información ambiental, desglosada regionalmente, de carácter público.
- Administrar el SEIA a nivel nacional, coordinar el proceso de generación de normas de calidad ambiental y determinar los programas para su cumplimiento.

La CONAMA está compuesta por una Consejo Directivo, el cual es el órgano de mayor jerarquía de la CONAMA. Es presidido por el Ministro Secretario General de la Presidencia con el título de Presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, y por los ministros de Economía, Fomento y Reconstrucción; Obras Públicas; Agricultura; Bienes Nacionales; Salud; Minería; Vivienda y Urbanismo; Transportes y Telecomunicaciones; Planificación y Cooperación; Educación; Defensa y Relaciones Exteriores.

Sus principales funciones son:

- Ejercer y hacer cumplir las funciones de la CONAMA.
- Velar por la coordinación ambiental entre los ministerios, organismos y servicios públicos; asimismo, por el cumplimiento de los acuerdos y políticas establecidos por la Comisión.
- Proponer al Presidente de la República proyectos de ley y actos administrativos relativos a materias ambientales.
- Promover la coordinación de las tareas de fiscalización y control que desarrollan, en materia ambiental, los diversos organismos públicos y municipalidades.

Cabe señalar la importancia de que CONAMA se relacione con el Presidente de la República a través del Ministro Secretario General de la

Presidencia, pues se trata de un organismo que por su naturaleza tiene dos características indispensables para la gestión ambiental: su carácter coordinador multisectorial y su cercanía al Presidente.

Es por ello, que las instrucciones y acuerdos del Consejo Directivo se deben cumplir mediante las órdenes que cada ministro miembro de dicho Consejo transmita a los organismos públicos de su dependencia, cuya labor es coordinada, en esta materia ambiental, por la Dirección Ejecutiva de la CONAMA

A la Dirección Ejecutiva le corresponde la administración de la CONAMA, la cual está formada por el Director Ejecutivo, designado por el Presidente de la República, quien es apoyado por un Director Técnico. Además, como apoyo a la Dirección trabajan las Unidades de Desarrollo Estratégico, Comunicaciones y Auditoría Interna.

También conforma la CONAMA el Consejo Consultivo, que se trata de un órgano de consulta y apoyo al Consejo Directivo y a la Dirección Ejecutiva. Lo integran: dos científicos universitarios, dos académicos de centros independientes, dos representantes de los empresarios, dos de los trabajadores, dos de organizaciones no - gubernamentales y uno del Presidente de la República; y lo preside el Ministro Secretario General de la Presidencia. Este Consejo se repite a nivel regional, pero presidido por el Intendente.

Importante es la labor de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAS). Cada región cuenta con una Dirección Regional de CONAMA, la que constituye el apoyo técnico de su respectiva COREMA. Estas últimas, son comisiones que sesionan periódicamente para operar la desconcentración territorial de CONAMA, y tienen como funciones, entre otras, la de coordinar la gestión ambiental en el nivel regional, resolver acerca de la calificación ambiental de los proyectos o actividades sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y sancionar incumplimientos de Resoluciones de Calificación Ambiental.

Las COREMAS están integradas por el Intendente Regional, quien la preside, los Gobernadores provinciales de la región, los Secretarios Regionales de aquellos Ministerios que forman el Consejo Directivo de CONAMA, cuatro consejeros regionales elegidos por el respectivo

Consejo y el Director Regional de la CONAMA, que actúa como secretario.

La ley contempla la existencia de un Comité Técnico de COREMA, el cual está integrado por el Director Regional de CONAMA, que lo preside, y por los directores regionales de los servicios públicos que tengan competencia en materias ambientales, incluido el Gobernador Marítimo correspondiente.

Las resoluciones de COREMA son notificadas a los titulares de los respectivos proyectos o actividades, y a los servicios públicos competentes, a fin de velar por el efectivo cumplimiento de las mismas, actuando el Director Regional de CONAMA como coordinador para tales efectos, especialmente en el marco del seguimiento y fiscalización de los mismos en conformidad a la ley.

Lo anterior, además de lograr una gestión integrada de las diversas instituciones con competencia ambiental, permite hacer efectiva la necesaria participación de las comunidades locales en la gestión de los temas ambientales, a través de los municipios y organizaciones sociales respectivas.

También encontramos dentro de este órgano los Consejos Nacionales de Desarrollo Sustentable (CNDS) corresponden a una iniciativa surgida en la Cumbre de la Tierra, efectuada en Río de Janeiro en 1992. No se trata de un compromiso vinculante para los países signatarios de los acuerdos allí alcanzados, sino de una recomendación contenida en diversos capítulos de la Agenda 21, que es el plan de acción para el desarrollo sustentable acordado por los países en Río.

En Chile esta iniciativa se materializa a través del Consejo de Desarrollo Sustentable (CDS), órgano asesor del Presidente de la República, cuya función principal es el estudio y la proposición de acciones de impulso y resguardo del desarrollo sustentable, lo cual realiza mediante la acción concertada de agentes públicos y privados, para así, asegurar la participación de los grupos sociales nacionales en las decisiones relativas a dichos propósitos.

El Secretario Ejecutivo del CDS, es el Director Ejecutivo de Conama, quien debe coordinar el proceso de nominación de los representantes de los sectores integrantes del Consejo.

### 3.5. LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Esta materia se encuentra regulada expresamente en el Título III de la LBMA, denominado "De la Responsabilidad por Daño Ambiental", esto es, artículos 51 y siguientes.

En dicho segmento se consagra el principio general que impone la obligación de reparación a quien causa el daño, sea culposa o dolosamente, materia ya tratada genéricamente en el artículo 3 de la misma ley que dispone "*Sin perjuicio de las sanciones que señale la ley, todo el que culposa o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo materialmente, a su costo, si ello fuera posible, e indemnizarlo de conformidad a la ley*". "No es más específico el inciso primero del artículo 51 al señalar que "*Todo el que culposa o dolosamente cause daño ambiental, responderá del mismo en conformidad a la presente ley*". Sin embargo esta norma redundante en lo ya preceptuado en el artículo 2329 del Código Civil que establece el principio de que todo daño que pueda imputarse a malicia o negligencia de otra persona, debe ser reparado por ésta y el artículo 2314 que establece que el que ha cometido delito o cuasidelito que ha inferido daño a otro es obligado a la indemnización, sin perjuicio de la pena que impongan las leyes por el delito o cuasidelito.

El propio artículo 51 prescribe la primacía de las normas de responsabilidad por daño ambiental, contenidas en leyes especiales, sobre las de la LBMA y, asimismo, hace aplicables las disposiciones del Título XXXV del Libro IV del Código Civil aunque de manera supletoria. Es decir, se hace aplicable la regla general de la llamada "Responsabilidad Extracontractual Subjetiva o de Culpa Probada", según la cual el agente que es obligado a reparar los perjuicios siempre que haya daño provocado con culpa o dolo.

El sistema de Responsabilidad Subjetiva en este aspecto es criticable en el sentido que la víctima, para obtener la reparación, debe probar la culpa o dolo de quien ha causado el perjuicio, además de la relación de causalidad entre el daño producido y la culpabilidad del agente y el monto de los perjuicios ocasionados, lo cual constituye una carga procesal enorme debido al subjetivismo en el fuero interno de las personas. Éste tal vez sea el motivo porque en este tipo de

responsabilidad la víctima rara vez obtiene reparación del agravio que sufre.

Como contrapeso a estos problemas, el legislador ha establecido un sistema de presunciones legales de responsabilidad. Así, el artículo 52 de la LBMA presenta una presunción simplemente legal de responsabilidad como autor de daño ambiental a un agente cuando éste contravenga alguna norma de calidad ambiental, de emisión, etc., establecidas en la misma ley o en otras disposiciones legales o reglamentarias. Bastaría entonces al agente probar la inexistencia de infracciones a dichas normativas para liberarse de toda responsabilidad.

Pareciera haber sido más acertado de parte del legislador haber establecido, en este aspecto, una regulación que se enmarcara dentro de la llamada Responsabilidad Objetiva o del Riesgo, sistema desarrollado ampliamente en doctrina y aplicado en algunos casos específicos de nuestra legislación. Nos atrevemos a decir esto dadas las características especiales de las actividades susceptibles de afectar, en mayor o menor medida, el medio ambiente, aun cuando se actúe conforme a derecho. La posibilidad de eximirse de toda responsabilidad por haberse ajustado a la normativa vigente, pero provocando al medio ambiente, de todas maneras, pérdida, detrimento, o menoscabo significativo<sup>27</sup>, borra toda suerte de persuasión o coerción para que los agentes contaminantes internalicen los costos ambientales o establezcan una política ambiental dentro de sus actividades productivas.

Por último hay que señalar que el sector minero queda sujeto a toda la normativa relativa a la Responsabilidad por Daño Ambiental ya que la misma LBMA en su artículo 10, como se señaló anteriormente, dispone que los proyectos de desarrollo minero son actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, y que deberán someterse al SEIA.

### **3.6. EL CÓDIGO DE MINERÍA**

La ley 18.248, publicada en el Diario Oficial del 14 de octubre de 1983, fija el Código de Minería; el cual en su artículo 17 exige la obtención de permisos por determinadas autoridades para desarrollar labores mineras en los lugares señalados, por ejemplo

---

<sup>27</sup> Concepto de daño ambiental dado por la LBMA, artículo 2 letra e.

aquellos cercanos a poblaciones; el artículo 18 establece multas por contravenir lo preceptuado en el anterior; el artículo 19 dispone que la facultad de catar y cavar también comprende la de imponer servidumbres temporales.

Finalmente el Código de Minería en su artículo 113 dispone que durante la vigencia de la concesión su titular está sometido a toda la normativa minera, como por ejemplo, la relativas a policía y seguridad minera.

### **3.7. EL REGLAMENTO DEL CÓDIGO DE MINERÍA**

El DS 1/86 del Ministerio de Minería, publicado en el Diario Oficial del 27.02.87, fija el Reglamento del Código de Minería, el cual señala en los artículos 3 al 5 las normas procedimentales para aquellas personas que deseen obtener permisos para desarrollar labores mineras en los lugares señalados en el artículo 17 del Código de Minería. Además, el artículo 6 señala que la resolución que otorga el permiso puede señalar medidas tendientes a proteger los lugares señalados en el artículo 17 antes referido.

### **3.8. REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA**

El D.S. N° 72 de 1985 del Ministerio de Minería recientemente modificado por el D.S. N° 132 promulgado el 30 de diciembre de 2002 y publicado en el Diario Oficial de 07 de febrero de 2004 fija el texto del Reglamento de Seguridad Minera.

Se trata de la normativa que, probablemente, demuestra una mayor preocupación nacional por el tema del cierre adecuado de las faenas mineras.

Entre sus artículos señala que en un plazo máximo de cinco años, todos los proyectos en operación en Chile deben presentar ante en SERNAGEOMIN un plan de cierre adecuado para sus faenas. Para los proyectos nuevos, en tanto, esta exigencia tiene que cumplirse antes del inicio de cualquier operación.

Los planes de cierre deben elaborarse respetando las normas generales y aspectos técnicos que señala el Título X del nuevo reglamento, y tienen que someterse a revisión cada cinco años.

Se puede decir que con esta nueva normativa se establece la obligatoriedad y certeza jurídica para este aspecto tan importante que resguarda la sustentabilidad de la actividad minera. Antes sólo se contaba con la regulación indirecta de la Ley de Bases del Medio Ambiente y la voluntad de las empresas que mostraban preocupación por el tema. Se permite así a la autoridad ejercer su rol fiscalizador en este tema, y otorga a las empresas la certeza de estar cumpliendo con una normativa que fija las reglas del juego<sup>28</sup>.

### **3.9. EL CÓDIGO SANITARIO.**

En otro campo jurídico, el DFL 725/68, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial de Fecha 31 enero de 1968, establece en el artículo 29, que el Servicio Nacional de Salud determinará la forma y condición que deba dársele a determinados residuos industriales; el artículo 73 prohíbe el vertimiento de residuos industriales o mineros en todo tipo de masa de agua que tenga determinados fines sin que previamente se depure en la forma que se señale en los reglamentos. Sin perjuicio de que la autoridad sanitaria pueda ordenar la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamiento satisfactorios destinados a impedir toda contaminación; el artículo 74 sólo permite labores mineras en sitios en donde se hayan alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares si se cuenta con la autorización del Servicio Nacional de Salud; por último, el artículo 79 exige la aprobación, por parte del Servicio Nacional de Salud, de los proyectos relacionados con cualquier tipo de planta de tratamiento de desperdicios de toda especie.

### **3.10. EL CÓDIGO DE AGUAS.**

El DFL 1122/81, del Ministerio de Justicia, publicado en el Diario Oficial del 29 de octubre de 1981, fija el Código de Aguas y refiere en forma directa a las labores mineras en su artículo 56. Sin embargo, el precepto sólo trata el derecho de aprovechamiento de las aguas subterráneas que tiene el dueño de la pertenencia minera.

---

<sup>28</sup> Revista InduAmbiente, revista de descontaminación industrial, recursos energéticos y ecología, Santiago, Chile, Año 12, Nro. 67, marzo - abril 2004.

### 3.11. LEY N° 3.133

Con respecto al tema de Aguas y RILES ( Residuos Industriales Líquidos), la Ley N° 3.133, publicada en el Diario Oficial del 07.09.16, señala, en los artículos 1 y 2, la prohibición a los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles, de vaciar a las corrientes o depósitos de agua, lagos o lagunas los residuos de su funcionamiento que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, las materias sólidas que provengan de estos establecimientos y las semillas perjudiciales a la agricultura, y dispone lo relativo a la neutralización o depuración de los residuos indicados o de los que contaminen el aire o puedan dañar las alcantarillas.

### 3.11. D.S. 2.491/16

El D.S. 2.491/16, fija el Reglamento para la Aplicación de la ley 3.133 de 1916, clasifica los establecimientos industriales en cinco categorías, dependiendo de sobre qué recae la influencia del residuo que emite<sup>29</sup>; el artículo 4° del Reglamento en comento, exige a los establecimientos industriales, mineros entre otros, autorización especial del Presidente de la República para vaciar residuos nocivos al riego o bebida en determinados lugares con agua (acueducto, cauces de agua, lagos, etc.). Igual exigencia se prevé, aunque no contenga sustancias nocivas, si los establecimientos se encuentran cerca de poblaciones y sus residuos producen humos o emanaciones que contaminen el aire o puedan dañar los sistemas de desagüe; el artículo 22 prohíbe a los establecimientos mineros y metalúrgicos el uso de cauces de agua para la bebida o el riego con el objeto de construir tranques de relave. Se

---

<sup>29</sup> El artículo 1° del D.S. 2491/16, con respecto a los establecimientos mineros y metalúrgicos dispone:

<b>Labor</b>	<b>elemento afectado</b>	<b>categoría</b>
1. Aguas provenientes de lavado de los minerales	agua	1 - 4
2. Residuos sólidos de elaboración o beneficio de minerales	agua	1 - 3
3. Residuos de la fabricación de briquetas de carbón	agua	1 - 3
4. Fundición de cobre y fierro	aire	4
5. Fábricas de sulfato de fierro y cobre	agua y aire	1, 2
6. Fundiciones y broncearía	aire	4
7. Fundiciones y laminaciones de fierro	aire	4

establece la excepción en aquellas quebradas que accidentalmente conduzcan aguas.

A modo de referencia, podemos agregar que existen una serie de normas que tratan determinadas materias que afectan en una o otra medida a la minería, entre ellas:

**a) D.L. 3557/80**, publicado en el diario Oficial del 09/02/81, el que establece disposiciones sobre protección agrícola.

**b) D.S. 594/99<sup>30</sup>** que fija el Reglamento sobre condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de Trabajo.

**c) D.F.L. 1/89**, publicado en el Diario Oficial del 21.02.90, que establece que la disposición de residuos requiere autorización expresa.

---

<sup>30</sup> En virtud del D.S. N° 556 de fecha 28 de julio de 2000, se postergó su entrada en vigencia hasta el 29 de enero de 2001.

#### **4. NORMATIVA SOBRE EL CIERRE DE FAENAS MINERAS EN AMÉRICA DEL SUR<sup>31</sup>**

Los legisladores sudamericanos han establecido políticas ambientales similares –salvo el notable caso de Bolivia– en cuanto al cierre de operaciones mineras. El mecanismo utilizado es incluir, dentro de los EIA respectivos, la elaboración de planes o medidas de rehabilitación para la fase post operacional. Las normas que contemplan tales instrumentos, son abordadas en forma general con relación a la especificidad con la que se trata a las demás fases de un proyecto. Esto podría ocurrir por no ser reconocida esta etapa como una más del ciclo de vida de un proyecto minero. Sin embargo, es notoria en estas regulaciones, la falta de exigencia de instrumentos de garantía o seguros ejecutables por el Estado para el caso de incumplimiento de los planes de cierre proyectados, que sí están contemplados como elementos esenciales en las legislaciones avanzadas, como en la de algunos Estados Federados de Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Esto ha demostrado que su falta de regulación hace perder muchas de las ventajas que tiene la planificación anticipada de cierre. Así, la ausencia de financiamiento para la implementación de estas medidas se traducirá en el incumplimiento de las mismas.

##### **4.1. BRASIL**

En la legislación brasileña se consagra el principio del que contamina paga, es decir, se impone la obligación del contaminador de recuperar y/o indemnizar por los daños causados en el medio ambiente. Este principio rector se encuentra consagrado en la Ley 6.938 de 1981.

Brasil cuenta con una Política Nacional Ambiental en virtud de la cual posee variados instrumentos de gestión ambiental, entre ellos, el Plan de Recuperación de Áreas Degradadas<sup>32</sup> que se refiere al conjunto de actividades destinadas a la rehabilitación del área degradada, con

---

<sup>31</sup> Retamal Márquez, Úrsula; "Minería y medio ambiente: cierre y abandono de faenas mineras", Memoria de Prueba para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Concepción, 2004, pág. 61 y ss.

<sup>32</sup> PRAD, Decreto N° 97.632 de 1989, en coherencia con la Constitución de 1988.

vistas a permitir su revitalización futura en concordancia con las características locales, antiguas y nuevas. Sin embargo, este plan no cuenta con la imposición de garantías o seguros financieros para su ejecución.

También concuerda con la Política Nacional Ambiental de Brasil el Sistema de Licencias de Actividades Contaminantes<sup>33</sup> en virtud del cual las empresas contaminadoras deben contar con autorización del poder público para poder funcionar, lo que se traduce en la obtención de Licencias Ambientales que se relacionan con las fases de los proyectos existiendo una Licencia Previa, otra de Instalación y por último, una de Operación.

A pesar de la normativa señalada, la falta de integración de las agencias involucradas en la concesión de la Licencia Ambiental y la complejidad del procedimiento, tienden a transformar instrumentos técnicos como el PRAD, en documentos meramente burocráticos, presentados para cumplir con las normas del proceso y no para orientar el control y la rehabilitación de las áreas de control.

## **4.2. ECUADOR**

El cierre de minas en Ecuador está previsto en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras de 1997. En dicho Reglamento se establecen regulaciones más precisas para los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo. Se distinguen las diferentes fases del proceso de aprovechamiento e industrialización de los procesos mineros, estipulando de realización de auditorias anuales, llegando a la definición de las normas para el cierre de minas. Se establece, además, una garantía a los titulares de derechos mineros por daño ambiental irrevocable y equivalente al valor del presupuesto anual del Plan de Manejo Ambiental, para garantizar la ejecución del mismo, si no es cumplido por el titular.

Según el Reglamento, todas las operaciones de desmantelamiento y reacondicionamiento de las áreas se deberán realizar de acuerdo a lo previsto en los estudios ambientales, realizados antes del inicio de las actividades, al momento de evaluar el impacto ambiental del respectivo proyecto. Para estos efectos, deberá contarse con la consulta,

---

<sup>33</sup> Ley N° 6.938 de 1981

planificación y aprobación de la autoridad competente. Se establece la responsabilidad del titular de los derechos mineros por los daños al ambiente que se produzcan antes y con posterioridad al cierre de operaciones, teniendo la obligación de remediar, rehabilitar y compensar los daños y alteraciones al ambiente, cuyo origen sean las actividades mineras concluidas.

En lo relativo a los relaves, la norma legal dispone la adopción de estrictas precauciones contra la contaminación del suelo, mediante la construcción de depósitos y reservas.

### **4.3. PERÚ**

Perú cuenta con un Código de Medio Ambiente dictado en 1990, que tenía por objeto instaurar un sistema legal e institucional que promoviera la preservación del ambiente.

Se introdujeron mediante este Código sistemas de gestión ambiental como el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y las Auditorías Ambientales creadas para fiscalizar el cumplimiento de los primeros. Dentro del instrumento de gestión de Estudio de Impacto Ambiental se contempla la inclusión de un plan de cierre de operaciones para evitar posteriores efectos adversos al ambiente.

### **4.4. BOLIVIA**

Es ejemplificador el caso boliviano, por cuanto es el único país de Sudamérica que establece un marco ambiental para la etapa post operacional. Esta reglamentación toma en cuenta temas como la conservación ambiental y la seguridad jurídica para la inversión extranjera.

El nuevo Código de Minería boliviano de 1997 incorpora criterios novedosos en gestión ambiental, particularmente, la determinación de responsabilidad por pasivos ambientales, normas y procedimientos para cierre de operaciones mineras.

Por su parte, el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM) del mismo año, donde también se aborda el aspecto señalado precedentemente, señala en forma expresa la necesidad de una gestión ambiental integral en la minería desde su inicio hasta la etapa de cierre.

La Ley de Medio Ambiente boliviana<sup>34</sup> en su capítulo IX (artículo 71) establece que *"las operaciones extractivas durante, y una vez concluida su actividad, deberán contemplar la recuperación de las áreas aprovechadas con el fin de reducir y controlar la erosión, estabilizar los terrenos y proteger las aguas corrientes y termales"*.

En el RAAM se establecen las pautas para el cierre de operaciones mineras, tales como:

- a) La obligación del concesionario minero de cerrar y rehabilitar el área de sus actividades mineras dentro y fuera del perímetro de su concesión, estableciendo plazos para ello;
- b) La imposición del principio de control y monitoreo para después del cierre;
- c) La fijación del inicio del periodo de prescripción para la responsabilidad ambiental, el que empieza a correr cuando concluyen las labores de cierre y rehabilitación, entendiéndose terminadas cuando, como resultado de la auditoria de línea de base, se obtenga un dictamen favorable de un auditor ambiental.

No obstante tratarse del país en que, probablemente, mejor se encuentra regulado el problema del cierre de faenas de explotación minera, la normativa es relativamente nueva en Bolivia y, por tanto, los mecanismos contemplados en ella aún no muestran su eficacia práctica, dado el largo plazo en que suelen desarrollarse las actividades de extracción y producción minera. Es un resultado que está por verse.

---

<sup>34</sup> Ley N° 1.333 de Medio Ambiente

## **CAPÍTULO II: CIERRE Y ABANDONO DE FAENAS MINERAS**

En primer lugar debe señalarse que el cierre y abandono de faenas mineras no son conceptos sinónimos. La diferencia radica en que el cierre de faenas implica una situación más o menos permanente (lo que lo diferencia de la paralización temporal), en que el operador minero cuanta con un plan al que debe someter su actuar, que ha sido autorizado y realizado de acuerdo con la normativa jurídica que lo reglamente. En cambio, el abandono de una mina se refiere a un cierre no planificado por el empresario minero y que demuestra la intención de éste, de no seguir vinculado a ese sitio<sup>35</sup>.

El cierre de minas incluye todas las tecnologías que se requieran para alcanzar la seguridad física y la protección ambiental a largo plazo en los alrededores de la instalación minera. La gama de actividades para el cierre de instalaciones de desperdicios de minas podría incluir desde la fase de nivelación mínima para mejorar la derivación y escurrimiento de las aguas superficiales hasta una nivelación completa, colocación de una cobertura y la revegetación.

Los objetivos del cierre de minas deben ser la protección de la vida humana y el medio ambiente mediante el mantenimiento de la estabilidad física y química, el uso beneficioso de la tierra una vez que concluyan las operaciones mineras<sup>36</sup>, y en general, mantener la estabilidad física y química. Esto último es fundamental para proteger la salud humana y el medio ambiente. La estabilidad física implica la estabilidad de taludes, con lo que se protege de derrumbes catastróficos, tanto a las áreas locales como aquéllas ubicadas aguas abajo. Sin embargo, también se refiere a la estabilidad contra la erosión eólica y del agua y, por lo tanto, el transporte desde la instalación de polvo o sedimentos que pudieran tener un impacto dañino sobre la salud humana y el medio ambiente. Resulta necesario mantener la estabilidad de taludes de los tajos, botaderos de desechos o depósitos de relaves.

---

<sup>35</sup> Danielson, Luke J.; "Planes de cierre: concepto y aplicación en la minería de los Estados Unidos", Revista de Derecho de Minas, Volumen VII, páginas 7 a 40, de 1996.

<sup>36</sup> Por ejemplo: hábitat para la fauna silvestre, campos de pastores, recreación o, incluso, futura exploración y explotación minera.

Como parte del cierre, si no pudieren estabilizarse las áreas, podría ser necesario poner en práctica restricciones permanentes al uso de la tierra, restricciones a su traspaso y control del acceso<sup>37</sup>.

La estabilidad química se refiere a la contención de sustancias químicas contaminantes y a evitar que las minas sean introducidas al medio ambiente. La estabilidad química puede establecerse mediante el control de la fuente emisora, el control de migración o el tratamiento.

En este capítulo se desarrollará el concepto de *Filosofía del Cierre de Minas* como una postura que debe adoptarse en el desarrollo de una mina, mirado desde el punto de vista de la empresa minera y asimismo el de la comunidad potencialmente afectada.

En segundo lugar se desarrollará el *Proceso de Cierre de una Mina*, enfocándonos en los distintos escenarios de este proceso así como sus aspectos técnicos y legales.

Además se hará una revisión de un enfoque estandarizado para la elaboración y revisión de los *Planes de Cierre de Minas* desarrollados en las diversas etapas de la vida de una mina. En este punto se plantearán, desde ya, algunas propuestas normativas como posibles modificaciones e implementación de nuevas leyes o reglamentos, en su caso, en relación a los EIA o DÍA y otros problemas detectables en la legislación chilena.

Por último, sin perjuicio de lo señalado precedentemente, se presentarán en conjunto varias propuestas legislativas en torno a la materia que nos ocupa, pero sólo en cuanto no hayan sido desarrolladas en el punto anterior.

---

<sup>37</sup> En áreas sísmicas, por ejemplo, puede restringirse la construcción de viviendas en áreas situadas aguas debajo de las grandes presas de relaves.

## 1. LA FILOSOFÍA DEL CIERRE DE MINAS

La comprensión de la *Filosofía del Cierre de Minas* involucra entender el ciclo de vida total de la mina. La Figura N° 8 presenta el ciclo de vida de una mina en un diagrama sistemático. En pocas palabras, podemos definirla como en *Diseño para el Cierre*.

En primer lugar, es importante entender que la introducción de nuevas actividades mineras en un área ocasionará inevitablemente cambios considerables tanto en la tierra como en la gente relacionada a ella. Mientras la vida de la mina tiende a ser relativamente corta (10 a 50 años operando), los cambios al medio ambiente y la sociedad producidos por las minas probablemente persistirán por un tiempo muy largo.

La naturaleza de los cambios varía dramáticamente, éstos pueden ser positivos o profundamente negativos, pueden durar décadas o milenios, pueden ser localizados o afectar áreas distantes. Por otro lado, los cambios potenciales en un sitio determinado dependen hasta cierto punto de las condiciones ambientales y socio-económicas originales.

El diseño para el cierre es una filosofía de planteamiento y operación de mina basada en las siguientes premisas principales:

- Que la minería definitivamente crea cambios permanentes a las condiciones superficiales y sub-superficiales en el sitio y, probablemente, crea cambios permanentes en el proceso de evolución social de la comunidad;
- Que los impactos negativos de la minería pueden ser minimizados de forma tal que el legado neto del proyecto sea positivo;
- Que la presencia o ausencia de un legado positivo neto económicamente factible, esté determinada en gran medida por la forma en que el minado es planteado y realizado;
- Que la mejor y más factible forma de conseguir un legado positivo es "empezar por el final".

En la práctica, el diseño para el cierre requiere que las empresas adopten dos formas de trabajo:

- Evaluación técnica continua y planteamiento de una mina dirigidos a crear condiciones ambientales aceptables del sitio y riesgo

ecológico aceptable, no sólo durante la operación sino también en el cierre.

- Comunicación continua y compromiso de las empresas mineras con el Gobierno, así como también con las comunidades afectadas y grupos de interés para definir desde sus perspectivas, los cambios sociales en las comunidades, ya sea deseados o no deseados, para la vida de la mina y más allá de ésta, que se establezcan objetivos realistas y que se desarrollen e implementen planes para optimizar los cambios deseados y para evitar o minimizar los cambios negativos.

El Diseño para el Cierre es cada vez más un imperativo financiero, ya que las comunidades están demandando una parte de los beneficios de la minería, los costos para recuperación y cierre en minas manejadas deficientemente están aumentando y las instituciones financieras están requiriendo que las compañías demuestren que los pasivos ambientales y sociales están definidos completamente y que existan planes de manejo en la etapa de factibilidad<sup>38</sup>.

Durante el desarrollo del análisis económico del cierre de una mina deben incluirse los costos como un ítem del modelo económico global. La experiencia ha demostrado que la inclusión de los costos de cierre después de las operaciones a menudo pueden resultar en una consecuencia negativa para un proyecto total si la economía del proyecto es reevaluada en esta etapa.

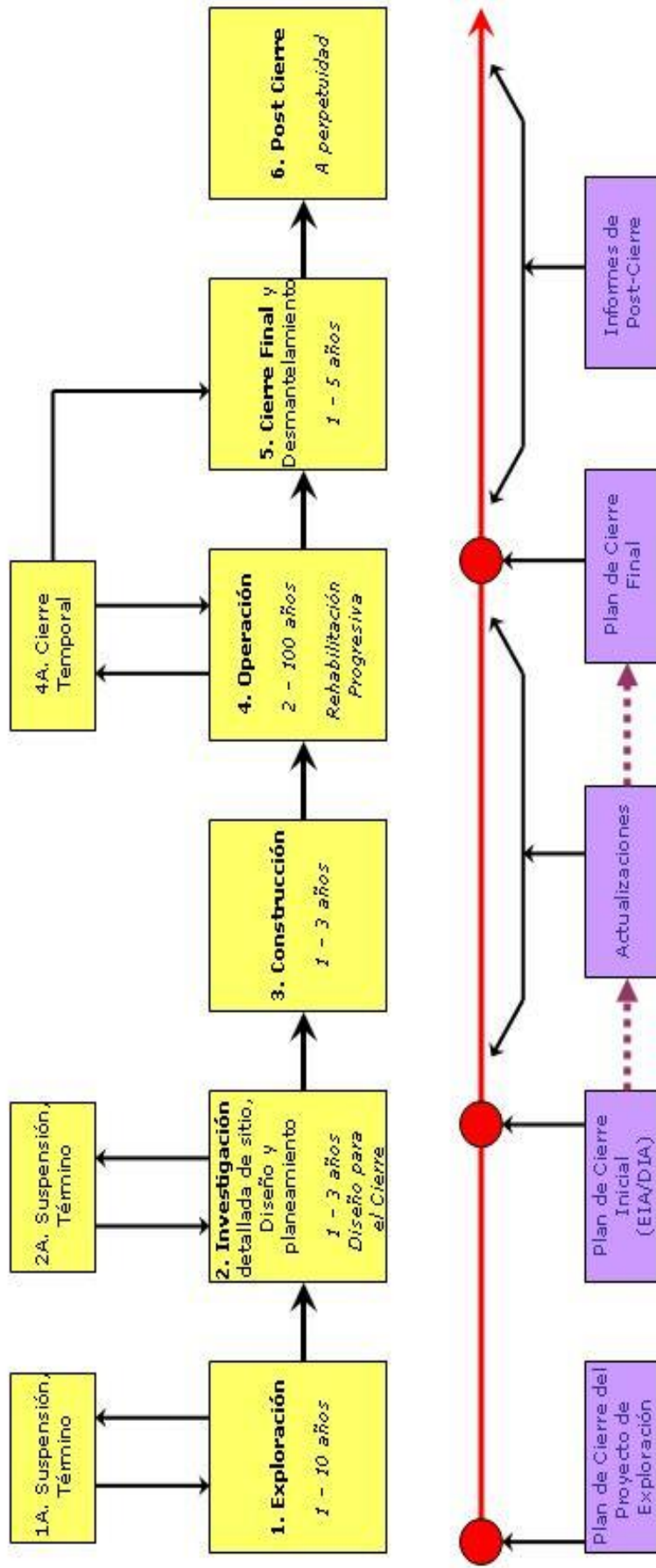
La perturbación general de la superficie durante las operaciones se puede reducir considerablemente efectuando un cierre o rehabilitación concurrente de ser esto factible. Por ejemplo, es provechoso que a medida que las celdas de desmonte o de depósitos de relaves se vayan llenando, se inicien las actividades de cierre simultáneamente con el resto de las operaciones. Cerrando o recuperando esas áreas no usadas, se reduce el área total de la superficie perturbada. Estas actividades

---

<sup>38</sup> Ministerio de Energía y Minas, Perú – Ministerio de Energía y Minas de Columbia Británica, Canadá; “Guía para la elaboración y revisión de planes de cierres de minas”, Proyecto de asistencia al sector público minero metalúrgico del Perú PERCAN, 2002, pág. 6

concurrentes pueden usarse para demostrar y evaluar el éxito de operaciones alternativas de cierre.

Fig. 8: Ciclo de vida de una mina



## 2. EL PROCESO DE CIERRE DE UNA MINA

El proceso de cierre de una mina está constituido por un conjunto de actividades a ser implementadas en una mina o componentes de una mina, que varían desde la preparación de un plan inicial hasta la ejecución de actividades post-minado, con el fin de cumplir objetivos ambientales y sociales específicos.

El cierre normalmente incluye la implementación de diferentes medidas tales como el desmantelamiento de instalaciones, estabilización física y química, recuperación y rehabilitación de suelos, revegetación, rehabilitación de hábitats acuáticos e intervenciones sociales para mitigar el impacto del cierre en las poblaciones afectadas.

El cierre responsable de una mina incluye todas aquellas actividades, empezando con la preparación del plan de cierre inicial, culminación de las actividades de cierre progresivo durante la operación para determinar las técnicas óptimas y económicamente eficientes para que formen parte del plan de cierre final, ejecución de actividades de cierre final y actividades post-cierre, según se hayan identificado en el plan de cierre final<sup>39</sup>.

Se ha indicado en el primer capítulo de este trabajo que no existe en Chile un tratamiento sistemático de la etapa de cierre y/o abandono de faenas mineras en la legislación relativa a la materia, sino más bien, menciones esporádicas dentro de un contexto muy distante de la protección del medio ambiente<sup>40</sup>.

Actualmente en nuestro ámbito nacional sólo encontramos algunas pautas para el correcto cierre de faenas mineras como la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Pequeña Minería elaborada en el 2003 en conjunto por el SERNAGEOMIN, la Sociedad Nacional de Minería A.G. y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania, entre otras. Obviamente, dichos lineamientos no ostentan

---

<sup>39</sup> Ministerio de Energía y Minas, Perú – Ministerio de Energía y Minas de Columbia Británica, Canadá; “Guía para la elaboración y revisión de planes de cierres de minas”, Proyecto de asistencia al sector público minero metalúrgico del Perú PERCAN, 2002, pág. 8

<sup>40</sup> Ropert Fuentes, Rodrigo; “Legislación chilena y extranjera sobre planes de cierre y rehabilitación de faenas mineras”, Memoria de Título para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile, Santiago 1998, pág. 13

carácter obligatorio tratándose, entonces, de meras recomendaciones para el sector.

Por otra parte, sin tener tampoco carácter coercitivo, encontramos las Normas ISO 14000 cuyo surgimiento revolucionó los estándares ambientales para la industria minera en el ámbito internacional. Las Normas ISO son creadas por la Organización Internacional de Normalización, la que se trata de una organización no gubernamental con base en Ginebra cuyo objetivo es promover a nivel mundial la estandarización de bienes y servicios.

Las Normas ISO 14000 son de relevante importancia para aquellas economías basadas en los recursos naturales y por lo tanto para la industria minera. Dentro de la familia de las ISO 14000 se encuentra la Norma ISO 14001, cuyas bases plantean que cualquier organización, sin importar cual sea su actividad, tamaño o país en el que están sus operaciones, pueden realizar una gestión responsable con el medio ambiente, sobre la base del cumplimiento de la legislación nacional y el mejoramiento continuo de su desempeño.

Sin embargo, la Norma ISO 14001 tiene sólo carácter voluntario en el establecimiento de requisitos de un sistema de gestión ambiental que se exige cumplir a las organizaciones para lograr su certificación, después de pasar por la auditoria de un tercero debidamente acreditado<sup>41</sup>. No establece requisitos de desempeño ambiental y exige el compromiso de cumplir con la legislación aplicable y con el compromiso de prevención de la contaminación y mejoramiento continuo.

La importancia de las Normas ISO radica en que las empresas pueden sentirse compelidas a adaptarse a sus disposiciones como una condición de negocio competitiva o para promover su buena imagen ambientalista<sup>42</sup>.

No debiera existir inconveniente en que una regulación legal o reglamentaria pudiera convivir con aquellas normas que no tienen carácter obligatorio siendo aceptable, incluso, la referencia de unas a otras. Existe un acercamiento a la situación descrita en el artículo 29 del Reglamento de Seguridad Minera al disponer que "*Las Empresas*

---

<sup>41</sup> <http://www.conama.cl/coain/article-28500.html> consultado el 12 de abril de 2006.

<sup>42</sup> Krom, Beatriz S.; "La minería sustentable del tercer milenio", Buenos Aires, 2000, pág. 407

*mineras, para la ejecución de sus trabajos, deberán regirse primeramente por las normas técnicas especificadas en este Reglamento, luego por las aprobadas por los competentes Organismos Nacionales y en subsidio, por aquellas normas técnicas internacionalmente aceptadas.”*

## **2.1. ESCENARIOS DEL CIERRE DE UNA MINA**

La industria minera, así como muchas otras actividades económicas, se encuentra expuesta a las condiciones del mercado y su rentabilidad a las fluctuaciones que pueda sufrir, en plena explotación de un yacimiento, el precio mineral explotado. Ésta y otras circunstancias como operacionales, agotamiento de los recursos, etc. podrán hacer necesario el cierre de una faena minera.

Así, según el momento en que se produzca el cierre de una mina en relación a la vida útil de la misma, podemos clasificar los distintos escenarios del cierre en: Cierre Temporal, Cierre Progresivo y Cierre Final.

### **2.1.1. Cierre Temporal**

Como resultado de las circunstancias económicas u operacionales, es posible que las actividades mineras y/o de procesamiento puedan cesar y que la instalación cierre en forma temporal<sup>43</sup>.

Un cierre temporal de esta naturaleza es normalmente planificado y asume que la operación se reiniciará.

El proceso de cuidado y mantenimiento incluye la preparación e implementación inmediatas de un detallado plan de cuidado y mantenimiento, tomando en cuenta el potencial para operaciones futuras en el sitio. Además, se debería tomar en consideración los impactos sociales del cierre temporal y las medidas implementadas para mitigar estos impactos.

Los objetivos del cierre temporal son diferentes a los objetivos del cierre final debido a que, por definición, el cierre temporal no es una condición permanente y existe la posibilidad de que la mina regrese a una condición de operación. Los objetivos del cierre temporal

---

<sup>43</sup> Por ejemplo, podrían discontinuarse las operaciones mientras se espera de la recuperación de los precios de los metales.

normalmente se enfocan en asuntos de seguridad e higiene, así como la estabilización física y química.

En la legislación chilena encontramos regulación directa del cierre temporal en el artículo 23 del Reglamento de Seguridad Minera al señalar en su inciso tercero que *"La empresa Minera que por cualquier motivo deba detener transitoriamente la operación de una faena o instalación minera, la cual deberá ser previamente calificada como tal por el Servicio, deberá presentar un Proyecto de Plan de Cierre Temporal, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo Tercero del Título X del presente Reglamento. La paralización temporal no podrá ser superior a dos años, salvo que con no menos de treinta días antes de la fecha de vencimiento de este plazo, la empresa minera demuestre que existe un plan de desarrollo futuro respecto de la faena paralizada, en cuyo caso la paralización temporal podrá ser prorrogada por otro periodo de hasta cuatro años, no pudiendo en ningún caso superar los seis años."*

Sin embargo, nos parece insuficiente esta normativa ya que no se establecen de manera taxativa los requisitos de un plan de cierre preliminar, como por ejemplo, que debe contener una descripción detallada de los programas de cuidado y mantenimientos necesarios para proteger la salud y seguridad pública y el ambiente receptor, la presentación de una estimación de los costos necesarios para la mantención de los programas señalados y el establecimiento de un sistema para implementar una fiscalización y monitoreo periódicos del comportamiento de los programas e inspección del cierre.

### **2.1.2. Cierre Progresivo**

El cierre progresivo es un escenario que ocurre durante la etapa de operación de un proyecto minero cuando, como consecuencia de las condiciones operacionales del mercado, un componente o parte de un componente del proyecto es sometido a actividades de cierre tales como desmantelamiento, recontorneo y revegetación.

Las actividades de cierre progresivo deben ser diseñadas para cumplir los objetivos ambientales y sociales específicos y deben ser descritas en los planes de cierre inicial y final.

No existe en nuestra legislación norma alguna que exija a una empresa minera tomar las medidas necesarias para ir paulatinamente y

a medida que se van descartando elementos, maquinarias, terrenos, instalaciones, desechos, etc., implementar actividades de cierre progresivo durante la etapa de operación de un proyecto mineros. Toda la regulación existente está enfocada hacia la etapa final, el cierre definitivo y la presentación del plan de cierre, aprobación del mismo y, en cierta medida, el monitoreo de las actividades post-cierre.

La presentación de un proyecto de cierre progresivo debiera existir a la par con la primera etapa del ciclo de vida de una mina. Es necesario que estas actividades previstas al momento de comenzar las primeras etapas de prospección y exploración.

Indudablemente las actividades de cierre progresivo constituyen el mecanismo más importante para minimizar la cantidad de esfuerzo necesario para la implementación de medidas de cierre final y optimizar los resultados del cierre.

### **2.1.2. Cierre Final**

El cierre final es iniciado cuando, como resultado del agotamiento de los recursos minerales económicos, las operaciones de minado y de procesamiento son cesadas.

El cierre final incluye la ejecución del cierre y de las medidas definidas en el Plan de Cierre Final para cumplir con los objetivos ambientales y sociales específicos.

La implementación de las actividades de cierre presentadas en el Plan de Cierre Final comprende el desarrollo de los diseños de ingeniería requeridos para el desmantelamiento, demolición y/o salvamento, estabilización física y geoquímica, recontorneo del terreno, revegetación, rehabilitación de hábitats acuáticos, reconversión laboral, provisiones para servicios esenciales para la comunidad, propiedad y acceso a tierras, etc.<sup>44</sup>

En nuestra legislación, como se señaló en el capítulo primero de este trabajo, se observa que la planificación del cierre debería contenerse en el EIA del proyecto minero de que se trate. Se establece,

---

<sup>44</sup> Ministerio de Energía y Minas, Perú – Ministerio de Energía y Minas de Columbia Británica, Canadá; “Guía para la elaboración y revisión de planes de cierres de minas”, Proyecto de asistencia al sector público minero metalúrgico del Perú PERCAN, 2002, pág. 12

dentro de las materias a considerar como contenidos mínimos de un EIA, *"la descripción de la fase de cierre y/o abandono, si la hubiere, detallando las acciones, obras y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad"*<sup>45</sup>. Sin embargo, la normativa descrita no establece ninguna clase de requisito mínimo del plan de cierre final, y menos aún, respecto del control y cuidado en la etapa posterior al cierre, entregándose así la calificación de suficiencia del proyecto al arbitrio de las autoridades fiscalizadoras de turno y no a un sistema científico y objetivo que otorgue, a lo menos, un mínimo de seguridad en cuanto al cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad del desarrollo de la actividad minera.

Para que un plan de cierre fuese realmente eficaz y acorde con el espíritu de la legislación medio ambiental, la ley debiera exigir que el cierre fuese seguido por un programa de mantenimiento y monitoreo post-cierre, con una indicación explícita de qué tipo de cuidado y mantenimiento post cierre debe ser desarrollado para medir la efectividad del cierre. En algunos casos podría ocurrir que esta exigencia se extienda por sólo un espacio de tiempo reducido, esto bajo ciertas condiciones técnicas que normalmente vendrían a ser una consecuencia de la implementación adecuada de un Plan de Cierre Progresivo.

En el caso del cierre repentino y no programado -escenario que debiera ser erradicado definitivamente-, lo óptimo sería exigir la implementación de un proceso de cierre acelerado, lo que incluye la preparación inmediata y la presentación de un Plan de Cierre Final para ser revisado por la autoridad ambiental. Lo complicado en estos casos es que normalmente un cierre repentino es consecuencia de una circunstancia imprevista y que normalmente afectará a la subsistencia de la empresa minera titular de la explotación de un yacimiento, por lo que, probablemente, la compañía minera no contaría con los fondos necesarios para implementar adecuadamente las medidas de una cierre correcto. Es en este caso que cobra relevancia el sistema de garantías legales a que se hará referencia más adelante.

---

<sup>45</sup> Artículo 12 letra c) del Reglamento SEIA, en concordancia con el artículo 12 letra a) de la LBMA.

### 3. PLANES DE CIERRE

En las primeras páginas de este trabajo se señaló que el Plan de Cierre es el documento que *"describe pormenorizadamente las características y efectos de una faena minera en la etapa de cierre, debiendo proporcionar antecedentes fundados para la interpretación del impacto ambiental en dicha fase, y describir el conjunto de procedimientos, actividades, obras y medidas que deban implementarse para cumplir con los objetivos de la normativa"*.<sup>46</sup> Sin embargo, el concepto presentado en su oportunidad se limita exclusivamente a el espacio temporal correspondiente al fin de la vida útil de una mina.

De acuerdo a lo que se ha indicado, debiera entenderse el Plan de Cierre en todos sus escenarios temporales ya descritos y que debe ser presentado ante la autoridad competente, con anterioridad al comienzo del proceso productivo que implica la explotación de un yacimiento minero, actualizado periódicamente y presentado finalmente al momento de concluir definitivamente las faenas mineras y afines.

El proceso de cierre, rehabilitación y recuperación de una mina debiera ser iniciado con la primera etapa del ciclo de vida de una mina.

Conforme los argumentos señalados en puntos anteriores, la preocupación por el cierre de la mina debe surgir incluso antes de comenzar con la etapa de explotación.

Como primera aproximación respecto de las etapas que comprende la elaboración y ejecución de un Plan de Cierre, podemos decir que desde la preparación del Plan de Cierre Inicial, debiera iniciarse la ejecución de las actividades de cierre progresivo durante las etapas de desarrollo y operación, la investigación de cierre durante la operación para determinar las técnicas óptimas y económicamente efectivas que serán parte del Plan de Cierre Final, la ejecución de las actividades de cierre final y, cuando se requiera, las actividades de mantenimiento y monitoreo post-cierre.

A continuación se analizarán en detalle las etapas de un correcto plan de cierre, es decir, Plan de Cierre Inicial y Plan de Cierre Final, con sus correspondientes implicancias y repercusiones, así como la etapa de Evaluación del Cierre. Además, se presentarán una serie de propuestas

---

<sup>46</sup> Informe Final Proyecto CONAMA – Ministerio de Minería; 1998, pág. 199.

o al menos ideas matrices respecto de la regulación legislativa o reglamentaria, complementaria y, en algunos casos, derogatoria de la existente.

### **3.1. PLAN DE CIERRE INICIAL**

Un Plan de Cierre Inicial tiene por finalidad identificar los objetivos principales para el cierre de una mina para orientar el desarrollo y diseño del proyecto. Se deben considerar objetivos de cierre, componentes del cierre, actividades de cierre, requerimientos de mantenimiento y monitoreo post-cierre, así como cronogramas y presupuestos para el cierre.

Este Plan de Cierre es considerado inicial ya que es desarrollado durante las etapas de planeamiento y está basado en el conocimiento actual de la vida de la mina.

Sin lugar a dudas, los planes de cierre iniciales cambiarán por las mejoras efectuadas con la información obtenida durante la fase operativa de la mina con respecto al cierre planeado o como consecuencia de la implementación de nuevas tecnologías. Los cambios señalados debieran ser arrojados como necesarios en Actualizaciones al Plan de Cierre Inicial, sistema apenas esbozado por la normativa vigente.

Es la presentación de este Plan de Cierre Inicial lo que exige el Reglamento de Seguridad Minera en su artículo 23 al prescribir que *"Conjuntamente con la presentación del método de explotación o cualquier modificación mayor al método aceptado a las que se hace referencia en el artículo anterior, la Empresa Minera deberá presentar un Proyecto de Plan de Cierre de acuerdo a lo que en este Reglamento, en su Título X, se dispone, para la aprobación del Servicio(...)"* haciendo entonces aplicables las normas contenidas en su Título X intitulado *Normas sobre Cierre de Faenas Mineras*.

El plan de cierre inicial debe enfocarse en la presentación de objetivos y criterios de cierre y descripción de las actividades de cierre. Dichos criterios se encuentran consagrados en el Título X precedentemente mencionado de una manera bastante didáctica al

enumerar los *Aspectos Técnicos de los Proyectos de Planes de Cierre*<sup>47</sup>. Sin embargo, estos lineamientos resultan ser nada más que pautas para la autoridad conforme el artículo 493 del DS 132 al señalar que "Los contenidos técnicos a considerar para la preparación de los Proyectos de Plan de Cierre de Faenas Mineras respecto de las principales instalaciones que componen una faena minera y de las instalaciones menores o complementarias, podrán ser establecidas por el Director (del SERNAGEOMIN) por medio de Resoluciones, las que corresponderán a las materias que se individualizan por tipo de instalación en los artículos 494 al 499 del Presente Reglamento". Es decir, como se indicó en su oportunidad, la normativa citada carece de objetividad al serle entregado un espectro demasiado amplio para ejercer sus atribuciones a una entidad que inevitablemente tendrá tintes políticos o de cualquier otra índole que podrán significar la primacía de factores distintos al cuidado del medio ambiente.

El plan de cierre inicial, además de indicar los procedimientos y actividades de cierre conforme la normativa vigente, debe ser capaz de identificar:

- los componentes residuales que permanecerán en el sitio después del cierre de la mina;
- los objetivos ambientales y de uso de tierra para cada componente con el fin de minimizar los pasivos ambientales post-cierre para las generaciones futuras;
- las actividades específicas de cierre que serán implementadas durante los períodos de operación y de cierre para cumplir estos objetivos;
- el nivel de actividades de cuidado y mantenimiento post-cierre para cada componente que sea necesario para poder cumplir con los objetivos ambientales y de uso de tierra;
- los temas clave de tipo socio-económico que se estima que necesitarán ser tratados como resultado del cierre de la mina; y

---

<sup>47</sup> D.S. N° 132 promulgado el 30 de diciembre de 2002 y publicado en el Diario Oficial de 7 de febrero de 2004 que fija el texto refundido, sistematizado y coordinado del D.S. N° 72 del Ministerio de Minería que establece el Reglamento de Seguridad Minera Título X Capítulo Segundo artículos 493 y sgtes.

- un estimado preliminar de los costos que serán incurridos para las actividades de rehabilitación durante las operaciones mineras, períodos de desmantelamiento de las instalaciones y en la etapa post-cierre de la mina.

### **3.1.1. Actividades de Cierre**

En todo plan de cierre deben describirse las actividades que serán implementadas durante las etapas de desarrollo, operación y cierre de la mina, con el fin de tratar los asuntos ambientales y sociales relacionados con el cese eventual de las operaciones de minado y de procesamiento de minerales debiendo considerarse cada uno de los escenarios descritos en el apartado 2 de este capítulo, es decir, cierre temporal, cierre progresivo y cierre final.

Las actividades de cierre, a grandes rasgos, comprenden el desmantelamiento, demolición y/o salvamento, estabilización física y geoquímica, establecimiento de la forma de terreno, revegetación u otras tecnologías de recuperación de suelos según cada caso, rehabilitación de los hábitats acuáticos y programas sociales<sup>48</sup>.

### **3.1.2. Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre**

En todo Plan de Cierre debe haber una descripción del diseño del sistema de mantenimiento post-cierre, el cual debe contemplar las herramientas necesarias para cumplir con los objetivos del cierre.

Las herramientas de mantenimiento deben decir relación con el mantenimiento físico, geoquímica y biológico del sector afectado.

El plan de cierre debe también ser capaz de describir los programas de monitoreo que serán ejecutados para medir el desempeño de las medidas de cierre y rehabilitación o recuperación, considerándose las estabilidad física, química, biológica y social.

---

<sup>48</sup> En el Capítulo Segundo del Título X del Reglamento de Seguridad Minera se hace un distinguo de los diferentes aspectos que deberá contemplar un proyecto de Plan de Cierre atendido al tipo de instalación de que se trate, es decir, minas subterráneas, rajo abierto y canteras (Art. 494), depósitos de relave (Art. 495), botaderos y ripios de lixiviación (Art. 496), caminos (Art. 497), plantas, edificios e instalaciones auxiliares (Art. 498) y manejo de residuos y otros (Art. 499).

### **3.1.3. Cronograma y Presupuesto para el Cierre**

También debiera ser requisito esencial de todo plan de cierre la presentación de un estimado de duración y costo de las actividades de cierre. El cronograma y los presupuestos deberían considerar las actividades de cierre progresivo y final, así como los requerimientos de mantenimiento y monitoreo en la etapa post-cierre.

Este aspecto del plan de cierre guarda estrecha relación con el Sistema de Garantías que se desarrollará más adelante y que se refiere a la posibilidad de implementar en nuestra legislación un sistema de cauciones o fianzas de las empresas mineras en beneficio del Estado, para soportar el costo de la eventual responsabilidad a que podría verse expuesta una de estas firmas en caso de cierre intempestivo lo que podría ser consecuencia de su insolvencia y eventual desaparición.

## **3.2. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE CIERRE INICIAL**

Como se señaló anteriormente, en virtud de la experiencia ganada durante la fase operativa de la mina, pueden surgir mejoras efectuadas al cierre planeado con la información obtenida o como consecuencia de la implementación de nuevas tecnologías.

Es por esto que consideramos necesario que el Plan de Cierre Inicial sea actualizado periódicamente con el objetivo de incluir los avances en los programas de cierre progresivo, las modificaciones al desarrollo del proyecto y todos aquellos aspectos que hubieran cambiado en la operación con respecto a lo reportado inicialmente y que sean relevantes para efectos del Plan de Cierre Final.

Esta actualización de los planes de cierre se encuentra de cierta manera establecida en el Reglamento de Seguridad Minera al prescribir en el inciso segundo de su artículo 23 que *"Los planes de cierre deberán ser revisados cada cinco años en forma tal que se adecuen a la faena minera a través del tiempo y aseguren el cumplimiento de los objetivos del Título X del presente Reglamento. Sin perjuicio de lo anterior, si por una fiscalización del Servicio se determina que el Plan de Cierre aprobado no asegura el cumplimiento de los objetivos del Título X, debido a cambios en sus operaciones, la empresa minera deberá*

*presentar un nuevo Proyecto de Plan de Cierre en el plazo que al efecto el Servicio determine.”*

### **3.3. PLAN DE CIERRE FINAL**

Un Plan de Cierre Final debiera ser el resultado de la actualización completa de los planes de cierre precedentes. Bajo estas condiciones, el Plan de Cierre Final presentará:

- los objetivos ambientales, de uso de la tierra y socio-económicos finales para cada componente de las actividades mineras;
- las actividades específicas que serán implementadas durante el período de cierre para cumplir estos objetivos;
- el nivel de monitoreo post-cierre, cuidado y mantenimiento requerido para cada componente para cumplir estos objetivos;
- y los costos estimados para las actividades de cierre y programas de cuidado y mantenimiento en la etapa post-cierre.

El plan es considerado final ya que es preparado cuando el proyecto se aproxima a su etapa de cierre lo cual permitirá a la empresa minera, durante la vida operativa de la mina, evaluar más profundamente los riesgos relacionados con el cierre, establecer las especificaciones detalladas de las tareas de cierre, efectuar consultas con respecto al cierre de la mina e incorporar cualquier cambio efectuado a las operaciones mineras.

#### **3.3.1. Condiciones Actuales del Sitio del Proyecto**

Se estima que uno de los elementos que deben constituir el Plan de Cierre Final, en su parte descriptiva, es la presentación de las *Condiciones Actuales del Sitio del Proyecto*<sup>49</sup>. Esta sección tiene como fin proporcionar una descripción de las condiciones ambientales y sociales existentes cuando el proyecto se aproxima a su etapa final. Es importante que esta sección refleje los cambios (directa o indirectamente relacionados con el proyecto minero), que han ocurrido

---

<sup>49</sup> Ministerio de Energía y Minas, Perú – Ministerio de Energía y Minas de Columbia Británica, Canadá; “Guía para la elaboración y revisión de planes de cierres de minas”, Proyecto de asistencia al sector público minero metalúrgico del Perú PERCAN, 2002, pág. 18

en los componentes ambientales y sociales circundantes durante la vida de la mina.

### **3.3.2. Consultas del Cierre**

También se considera esencial la presencia de una sección especial del Plan de Cierre Final referida a las *Consultas de Cierre*, que dice relación con la consulta y opiniones manifestadas por los *Grupos de Interés*<sup>50</sup> involucrados. Este elemento es concordante con el Sistema de Participación Ciudadana en el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental consagrado en el Párrafo 3° del Título Segundo de la LBMA que encarga a la CONAMA y COREMAS el deber de establecer los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad organizada en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental que se les presenten y contiene otras normas relativas a la publicidad de los EIA y los proyectos que se ejecutarán en la zona correspondiente, la posibilidad de presentar observaciones a los mismos, entre otras.

### **3.3.3. Actividades de Cierre**

En cuanto a la Actividades de Cierre propiamente tales es necesario tener presente, que en la generalidad de las faenas mineras, éstas consistirán en desmantelamiento de instalaciones, demolición, estabilización física y química, establecimiento de la forma del terreno, revegetación u otras formas de estabilización de residuos, rehabilitación de hábitats acuáticos, programas sociales, etc.

Sin embargo, existen actividades específicas que constituyen medidas mínimas que se recomienda aplicar previa evaluación de su factibilidad y pertinencia, de acuerdo con las características de la faena minera, su ubicación geográfica, la cercanía a centros poblados y atributos relevantes del medio ambiente.

Además de lo anterior, será necesario considerar el tipo de estructura, instalación o construcción que será cerrada, clausurada,

---

<sup>50</sup> Grupos de Interés son todos los grupos sociales que puedan ser impactados por el proyecto. Éstos pueden estar conformados por familias, barrios, organizaciones económicas (gremios, cámaras de industria, y comercio, asociaciones de productores), sociales (clubes deportivos, ONGs) y políticas (municipios, federaciones de trabajadores).

demolida o rehabilitada. Así, deberá distinguirse si se trata de botaderos de aguas ácidas, tranques de relave, rajos abiertos, canteras, minas subterráneas, caminos, plantas y edificios. Esta diferenciación es considerada por el Reglamento de Seguridad Minera al enumerar los aspectos técnicos del cierre de faenas mineras en su título X.

#### **3.3.4. Cronograma y Presupuesto para el Cierre / Mantenimiento y Monitoreo para la Etapa Post-cierre**

En cuanto al cronograma y presupuesto para el cierre y el mantenimiento y monitoreo para la etapa post-cierre nos remitimos a todo lo expuesto con respecto a la planificación inicial del cierre en el apartado 3.1.3. de este capítulo.

#### **3.3.5. Informes de la Etapa Post-cierre**

Finalmente, se considera también indispensable la inclusión en el Plan de Cierre Final de los requerimientos de información para los informes correspondientes a la etapa post-cierre del proyecto. Los informes de la etapa post-cierre tienen la finalidad de proporcionar una evaluación de la efectividad de las actividades de cierre.

### **3.4. EVALUACIÓN DEL CIERRE**

La responsabilidad de la empresa minera o de la empresa encargada de la misma, en caso de habersele encargado esta misión a una diferente, no debiera terminar con la ejecución de las actividades del cierre, no obstante el tiempo que éstas hayan tardado en ser terminadas.

Los resultados de los programas de monitoreo deberán ser comparados con las predicciones de la evaluación de desempeño. Esto deberá ser efectuado periódicamente, de modo que el propietario del proyecto pueda ser absuelto de responsabilidad futura para ciertos objetivos cuando los requerimientos legales y de la autoridad competente sean satisfechos.

La autoridad ambiental podrá otorgar la absolución de la responsabilidad, por ejemplo, una vez que se muestre que una forma de terreno es autosostenible y es capaz de soportar el uso final deseado de

la tierra. En tal caso, la responsabilidad del mantenimiento para el dueño podría cesar según lo determine la autoridad ambiental.

Esta evaluación deberá llevarse a cabo en base a los resultados de las actividades de monitoreo post-cierre. Las actividades post-cierre generalmente comprenden mantenimiento y monitoreo, sin embargo, esta etapa podría comprender la operación de instalaciones de tratamiento para los escenarios de cuidado activo.

La evaluación del Plan de Cierre debiera incluir exámenes periódicos de la estabilidad física, química y biológica del terreno y las repercusiones sociales.

Sobre la evaluación del cierre y los requisitos para eximir de responsabilidad al titular de la faena no existe pronunciamiento alguno en nuestra normativa, resultando ser un tema que sin duda requiere un sistema de control, ya que las empresas podrían implementar soluciones a corto plazo que en definitiva resulten insostenibles en el tiempo, es decir, eficientes sólo en apariencia.

#### **4. PROPUESTAS LEGISLATIVAS EN TORNO AL CIERRE Y ABANDONO DE FAENAS MINERAS**

Como se indicó a comienzos del capítulo, este punto está enfocado a exponer varias propuestas legislativas que serán presentadas en términos generales sin ahondar demasiado en ellas por cuanto se tratan de problemas técnicos muy complejos y que requerirían largos períodos de discusión e informes de expertos en la materia, además de la intervención de los diferentes agentes involucrados, tanto autoridades como entes particulares.

A lo largo de los capítulos I y II de esta tesis se fueron esbozando, de forma asistemática, diferentes propuestas las que se abordarán de una manera más ordenada facilitando así su comprensión. Reglón seguido, se desarrollarán otras propuestas que no habían sido antes mencionadas o sólo lo fueron de manera muy difusa.

Previo al desarrollo de cada uno de los tópicos que consideramos imprescindible señalar que, para dignarnos como país a tener una normativa eficiente en la protección del medio ambiente de los efectos adversos producidos por la minería, debiera promulgarse una Ley Especial dedicada a regular el cierre de las faenas mineras, teniendo ésta un carácter global en que se contengan disposiciones generales en relación a la industria minera y los efectos de la actividad extractiva y productiva de la minería. Esto tendría que venir aparejado de una derogación expresa de toda la normativa vigente en relación al tema para poder así conseguir una regulación orgánica de todos los aspectos referentes al cierre de faenas mineras, manteniéndose en rigor la afectación de la industria minera por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental dada su naturaleza e importancia como primera línea de protección del medio ambiente.

El contenido de una ley especial sobre el cierre de faenas mineras debe tener por finalidad velar por la prevención, minimización y/o control de los riesgos y efectos negativos que se generen o continúen presentándose con posterioridad al cese de sus operaciones, sobre la salud y seguridad de las personas y/o sobre el medio ambiente.

Estimamos correcto que, para abordar temas más específicos y aspectos técnicos del cierre de faenas mineras, será necesario dictar un

Reglamento en forma de Decreto Supremo realizado en conjunto por el Ministerio de Minería y el futuro Ministerio del Medio Ambiente.

#### **4.1. DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS**

La Ley cuya promulgación se propone, deberá contener en sus primeros párrafos, una declaración de principios que hagan posible asimilar, por todos los agentes involucrados, las premisas principales que ya fueron presentadas en el punto 1 de este capítulo (Filosofía del Cierre de Minas).

Estas premisas, las que deben tenerse presentes en todo el proceso productivo, desde la exploración hasta el cierre definitivo de un yacimiento minero y las instalaciones que componen una faena minera, son las siguientes:

- Que la minería definitivamente crea cambios permanentes a las condiciones superficiales y sub-superficiales en el sitio y, probablemente, crea cambios permanentes en el proceso de evolución social de la comunidad.
- Que los impactos negativos de la minería pueden y deben ser minimizados de forma tal que el legado neto del proyecto sea positivo.
- Que la presencia o ausencia de un legado positivo neto económicamente factible, está determinada en gran medida por la forma en que el minado es planteado y realizado.
- Que la mejor y más factible forma de conseguir un legado positivo es “empezar por el final”.

#### **4.2. SISTEMA DE GARANTÍAS**

Ha sido mencionada en distintos párrafos de esta tesis la necesidad de la instauración un sistema de garantías con el objeto de asegurar el cumplimiento a todo evento de las obligaciones del cierre. Lo anterior, considerando que el mercado de los metales es demasiado volátil, por lo que el cierre de minas o abandono de éstas normalmente estará más ligado a esta inestabilidad de precios que al agotamiento del recurso. Otros factores podrían agregarse para justificar un cierre no previsto por la empresa tales como deficiencias en la gestión

empresarial, sustitución tecnológica, resolución corporativa, disposición de la autoridad, etc.

Distintos autores han tratado este tema desde diversos puntos de vista, sin embargo creemos que imprescindible tratar esta propuesta mirándola como un eventual proyecto de ley que estableciera el Sistema de Garantías para las Actividades Mineras. Pensamos que este sistema podría extenderse a rubros extraños a la minería, pero con el común denominador de introducir un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana.

En términos generales podemos decir que la garantía es un instrumento jurídico-financiero que tiene por principal objetivo asegurar a un tercero el cumplimiento de las obligaciones emanadas de la voluntad de las partes o por la sola disposición de la ley.

Este sistema consistiría en que toda empresa minera debiera constituir una garantía financiera que es el instrumento de resguardo que asegura al Estado que la empresa minera dispondrá de los fondos necesarios para financiar las acciones comprometidas en el Plan de Cierre, cuando corresponda ejecutarlas.

El objetivo de la garantía financiera es asegurar al Estado la disponibilidad de fondos suficientes para cubrir, en forma exclusiva, los costos de las acciones, medidas y obras contempladas en los Planes de Cierre, cuando la empresa minera incumpla, total o parcialmente, sus obligaciones relacionadas con el cierre de la faena minera.

Sin embargo, la constitución de una garantía plantea el problema del costo que significa para la industria minera su establecimiento y mantenimiento, además de que es necesario contar con los elementos adecuados para calcular en forma correcta y más o menos acertada el monto a que deben ascender. De todas maneras el problema de los costos dependerá de la figura o figuras legales que se presenten en la Ley como instrumento financiero para garantizar la responsabilidad de las empresas.

Se plantea la posibilidad de utilizar como instrumentos financieros de garantía el auto seguro, el contrato de seguro, hipotecas sobre

bienes raíces, prendas, letras de crédito, pool de riesgos, bonos estatales <sup>51</sup>.

Pensamos también que el sistema de garantías debiera establecer también la obligación de actualizar permanentemente de manera que la garantía que se entregue cubra el valor del instrumento de cierre en el momento en que se implemente efectivamente.

El tema de la garantía es esencial para que el sistema funcione adecuadamente y si bien es cierto puede que hoy no exista localmente un mercado para este tipo de garantías, los mercados se crean rápidamente cuando surge la necesidad.

### **4.3. PLANES DE CIERRE**

Como se ha señalado a lo largo de esta obra, resulta indispensable la instauración de toda una reglamentación respecto del cierre de faenas mineras.

Si bien es cierto, en nuestra legislación se ha intentado abordar el problema, esto resulta claramente insuficiente y desorganizado.

Encontramos en distintos cuerpos legales y reglamentarios pequeños acercamientos a una solución concreta y sostenible en el tiempo.

Hasta el momento lo único que puede conformarnos, y de una manera bastante precaria, es la regulación presente en el Reglamento de Seguridad Minera y sus últimas modificaciones. Sin embargo se ha mencionado que su normativa es insuficiente y poco específica, o más bien dicho, poco científica. Se trata de un problema que requiere un tratamiento técnico que no sólo presente pautas o guías de trabajo, sino un sistema obligatorio e imperativo, dejándose únicamente al arbitrio de las empresas mineras, la elección de métodos o procedimientos que decidirán adoptar para el cierre de sus operaciones de entre la gama de posibilidades que debiera entregar la ley, en atención a la entidad de la empresa, tipo de mineral, técnicas de explotación, entorno de las instalaciones, etc.

De este modo, los lineamientos presentados en este capítulo a propósito de los planes de cierre y los escenarios temporales del cierre

---

<sup>51</sup> Massone Quiroz, Ximena; "Antecedentes sobre procesamiento final de los residuos mineros", Revista de Derecho de Minas, Volumen IX, año 1998, pág. 69-80

de faenas mineras, aparecen como un esbozo o esquema respecto de la preparación, presentación, implementación, evaluación y monitoreo de planes de cierre adecuados para conseguir el objetivo final de su existencia cual es el respeto por la salud humana y el medio ambiente.

## **CAPÍTULO III: PASIVOS AMBIENTALES MINEROS**

### **1. ANTECEDENTES DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN CHILE**

En Chile ha existido actividad minera desde antes de la llegada de Colón a América. Ya entonces, por citar un ejemplo, los descendientes de aimaras y quechuas que habitaban Chuquicamata, realizaban trabajos de extracción de cobre de la Cordillera de los Andes.

Sin embargo, fue durante la primera mitad del siglo XIX que los yacimientos mineros comenzaron a ser objeto de atención más profunda. El científico polaco Ignacio Domeyco exploró intensamente las cordilleras del Norte y promovió activamente la idea de desarrollar una industria que explotara los recursos mineros de la zona.

En 1820 comenzó la expansión de la minería del cobre, y diez años después Chile ya ocupaba el cuarto puesto como productor mundial de este metal. A esa época corresponden las primeras instalaciones de tipo industrial y la llegada de las primeras inversiones extranjeras, provenientes de Inglaterra.

En el último tercio del siglo XIX, la minería se concentró en torno al salitre. La extracción de nitratos para su uso como fertilizante, generaría enormes ingresos al país hasta 1913, cuando la invención del salitre sintético detonó lo que sería su crisis terminal.

La minería moderna de cobre comenzó en 1904 con la explotación de la Sewell (El Teniente) y siguió con Chuquicamata, en 1912. Ambos, proyectos, implementados con capitales norteamericanos, elevaron significativamente la producción de este metal, logrando que sus exportaciones superaran las del salitre, al llegar a la década del 30.

Una modificación estructural del sector resultó ser la nacionalización del cobre realizada en 1971.

A raíz de ella, las minas de Chuquicamata, Salvador, Andina y El Teniente pasaron a propiedad del Estado Chileno. La Corporación del cobre (CODELCO), creada en 1976, tuvo como objeto la explotación de estos yacimientos.

En 1974 entró en vigencia el Estatuto de la inversión Extranjera (DL 600), que establece las condiciones para el ingreso de capitales de la inversión a Chile. Ocho años más tarde se aprobó la Ley Orgánica

Constitucional 18.097, que refuerza los derechos de propiedad sobre las concesiones mineras y en 1983 entró en vigencia el Código de Minería, encargado de regular las operaciones de exploración, explotación y beneficio de los minerales.

Las transformaciones en el marco legal que rige las actividades mineras tendrían, en los años siguientes, relevantes consecuencias.

La industria introdujo nuevas prácticas de gestión, tecnología de última generación e incrementó su preocupación y cuidado por el medio ambiente. Este último aspecto fue incorporado al diseño y operación de los proyectos mineros, con alcances y profundidad inéditos en el país.

El auge fue acompañado por la modernización de CODELCO, empresa estatal que redujo significativamente sus costos de operación, realizó grandes inversiones en protección ambiental y ajustó su dotación. Además, puso en marcha el proyecto minero Radomiro Tomic, el primero de envergadura desde la nacionalización del cobre.

El desarrollo minero influyó fuertemente en los niveles de crecimiento de la economía chilena durante la década de los '90, los cuales fueron los más altos de todo el siglo XX<sup>52</sup>.

En la actualidad la producción minera en Chile es de aproximadamente 5 millones de toneladas de cobre anuales, que constituyen cerca del 36% de la producción mundial. En la producción de molibdeno, plata, boro, hierro y oro, Chile también juega un papel a nivel internacional.

Con 150 años de producción minera industrializada en Chile en los índices señalados es indudable que con el transcurso del tiempo, principalmente en el norte del país, se fueron acumulando pasivos mineros en volúmenes considerables.

A modo ilustrativo cabe señalar que para obtener una tonelada de concentrado de cobre, de la que sólo el 25% es utilizable, se deben generar 28 toneladas de relave, esto es material de descarte o desecho formados por una suspensión de agua y roca molida.

Son millones las toneladas de material basura que deja la extracción minera y que están acumuladas en la cordillera o los valles

---

<sup>52</sup> Consejo Minero de Chile A.G.; "Gran minería chilena y desarrollo sustentable", Santiago 2002, pág. 2

principales del norte de Chile. A ellos se debe sumar las minas que están cerradas o abandonadas sin ninguna medida de seguridad. Todos ellos constituyen lo que se denomina *Pasivo Minero Histórico*, sitios en su mayoría sin dueño y por el que hoy debe responder el Estado.

Si no están bien resguardados, estos pasivos podrían constituir una amenaza para la salud pública, el medio ambiente y las actividades humanas. Los riesgos que encierran los pasivos mineros para la población y el medio ambiente, radican en la toxicidad de las sustancias contenidas en éstos, el arrastre de polvo, el peligro de derrumbe de grandes tranques, el potencial de aguas ácidas y, en menor medida, los piques y socavones que han quedado abiertos y desprotegidos y otras instalaciones propias de una faena minera.

## **2. MARCO JURÍDICO DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS**

La actividad extractiva minera tiene asociadas diversas faenas e instalaciones que sirven tanto a la explotación como al beneficio de los minerales y al transporte de los productos, así como otras tantas requeridas para la disposición de los residuos mineros.

Un considerable número de estas faenas e instalaciones, en el pasado, y hasta la entrada en vigencia del SEIA contemplado en la LBMA, fueron abandonadas por sus 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.

A partir de la vigencia del SEIA, los proyectos mineros han debido incorporar a su proceso productivo los estudios necesarios para contar con la aprobación de la autoridad en virtud de resoluciones de calificación ambiental en resguardo de la vida y salud de las personas y del medio ambiente.

Como se ha señalado en más de algún pasaje de este trabajo, se encuentra también vigente en nuestro país, desde el año 2002, el Reglamento de Seguridad Minera que en su Título X incorpora 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 cierre de las operaciones, en la vida e integridad de las personas.

Con la normativa del Reglamento de Seguridad Minera se pretende, por lo menos, que los titulares de la actividad extractiva minera, en la actualidad y en el futuro, no pueden hacer cesar las operaciones sin adoptar las medidas de cierre adecuadas para evitar la generación de riesgos adversos a la vida o salud de las personas o al medio ambiente.

La normativa vigente responde al deber del Estado, consagrado a nivel constitucional, de velar por el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación que nuestra Carta Fundamental asegura a toda persona y de tutelar la preservación de la naturaleza, además de los compromisos que nuestro país ha asumido a nivel internacional.

Sin embargo, de todas maneras sigue pendiente en nuestro país el problema de los pasivos mineros ya existentes y cuya generación no quedó sujeta a la normativa vigente, de manera que no cumplen con ninguna medida de seguridad para evitar los riesgos ambientales y para la salud humana, ni se puede exigir su implementación respecto de nadie. Ni siquiera existe certeza acerca del número de faenas abandonadas en nuestro país así como tampoco se cuenta con una normativa sobre inventario, clasificación y remediación de pasivos mineros peligrosos.

### **3. CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS (PAM)**

El 3 y 4 de mayo de 2005 se celebró en Santiago la II Conferencia Internacional sobre PAM, organizada por el Instituto de Geociencia y Recursos Naturales (BGR) de la República Federal de Alemania, el SERNAGEOMIN de Chile y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (CEPAL).

En este evento fue unánime la percepción que los PAM, más allá de constituir un riesgo para la salud humana, representan un riesgo para el desarrollo sostenible de la sociedad y la futura competitividad de los países en el mercado de los minerales.

Representantes de Perú, Bolivia, Colombia, México, Chile y Guatemala presentaron los problemas específicos resultantes de la presencia de PAM en sus respectivos países, así como iniciativas para legislar la remediación de ellos. Posteriormente, el tema de la conferencia fue la determinación de los elementos necesarios y adecuados para una gestión adecuada en relación a los PAM.

El elemento central lo constituye un marco legal que se adecue a las realidades de los países afectados por los PAM. En este ámbito hubo una discusión plenaria y en grupos de trabajo, que reflejó los grandes avances hacia una regulación que hubo en Chile y en el Perú: en 2004 entró en vigencia la Ley PAM en Perú y en Chile se está preparando un borrador para un Proyecto de Ley PAM.

Como resultado de los debates en mesas de discusión se llegó a proponer un concepto técnico-jurídico para los PAM: "Faena minera abandonada o paralizada, incluyendo sus residuos, que constituye un riesgo significativo para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente".

El evento contó con presentaciones de varios expertos de renombre internacional. Fernando Sánchez, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL presentó la problemática de los países afectados por los PAM, sugiriendo ideas como la de incluir al mercado internacional de productos mineros en el financiamiento de la remediación de los PAM causados por la explotación de éstos.

#### **4. UN CASO CONCRETO: EL TRANQUE SLOMAN**

El Tranque Sloman se sitúa en la angosta plataforma litoral de la Cordillera de La Costa a 260 km de Antofagasta, 16 y 60 kms de las localidades de Quillagua y María Elena respectivamente.

Está formado por un murallón de 35 metros de alto de piedra canteada, que cierra el cajón del río Loa, embalsando sus aguas en pleno desierto.

Fue construido entre 1905 y 1911 por Henry B. Sloman, pionero de la industria salitrera en alemana, para dotar de energía a las empresas del grupo H.B. Sloman, especialmente las oficinas de Prosperidad y Rica Aventura.

Actualmente se conservan las edificaciones de las casa de máquinas con 3 turbinas Voiyth Heidenheim y el edificio de administración y alojamiento. La planta hidroeléctrica fue desmantelada en 1965.

El Tranque Sloman fue declarado Monumento Nacional en 1980.

Sin embargo, la majestuosidad de la estructura se ve opacada por los graves impactos ambientales producidos que han afectado al río Loa y las cercanías, especialmente, la localidad de Quillagua.

#### **4.1. QUILLAGUA: EL PUEBLO FANTASMA**

Quillagua es una localidad que a principios del Siglo XX, en la época de oro de las salitreras, era el vergel de Atacama. Esta era la localidad que abastecía de forraje a los animales de las oficinas de salitre de la II Región, llegando a tener hasta siete cortes de alfalfa al año, todo un récord según los lugareños.

Con la primera guerra mundial las salitreras empezaron a morir y Quillagua no se quedó atrás. Se acabó la prosperidad y los mercados de alfalfa decayeron, lo que junto con que dejó de pasar el tren Longino en el año 1973, significó la decadencia del poblado.

Sin embargo, esto no fue lo peor que ha ocurrido en Quillagua. En el año 1997, a consecuencia de las crecidas del río Loa por el fenómeno conocido como Invierno Altiplánico, las fuertes lluvias arrastraron desechos tóxicos acumulados en el vecino Tranque Sloman, contaminando las aguas. Señalan los vecinos que el agua del río tenía color chocolate.

Toda la vegetación se secó, el suelo quedó inerte y murieron todos los peces que llevaba el río, murieron cerdos, cabras y burros y de los que sobrevivieron empezaron a nacer otros con deformaciones en el hocico lo cual les impedía amamantar, resultando inevitable su muerte.

Esta situación se ha venido repitiendo en los últimos años cada vez que llueve en el Norte Grande y las aguas del Loa arrastran sedimentos.

#### **4.2. EL NIVEL Y ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN**

Al tomar conocimiento de los hechos, la Intendencia Regional quienes tomaron cartas en el asunto y solicitaron a un científico de la

Universidad Católica de Antofagasta, el Químico Analista Ambiental Domingo Román, realizara un análisis de las aguas y descubriera las causas de la contaminación.

Se detectó por el examen de las muestras tomadas del río Loa la presencia de sustancias *endobióticas*, es decir, naturales del sistema y sustancias *xenobióticas*, que son de síntesis artificial. Se detectó la presencia de una gran carga de metales pesados y ciertos reactivos orgánicos propios de las faenas mineras.

El río Loa se encontró totalmente impactado, es decir, toda su biomasa desapareció y se han manifestado hasta el momento los efectos *supletales*, es decir, efectos que son de mediano plazo. En el largo plazo podrían presentarse mutaciones genéticas.

El problema de los metales pesados en el agua es su destino final que puede ser el ser humano, ya que en definitiva el río desemboca en el mar contaminándose gran parte del producto marino de la desembocadura del Loa, que es tomado por pescadores y vendido a la gente.

Los estudios realizados por los especialistas arrojaron que la contaminación del Tranque Sloman no tenía su origen en el depósito directo de metales pesados en sus aguas<sup>53</sup>, sino que tiene un origen olístico, es decir, es producto de un proceso que se inicia con la contaminación del aire, generándose nieblas y lluvias ácidas que caen sobre los vegetales que al morir caen al suelo y todos estos contaminantes infiltran la superficie hasta finalmente llegar a las aguas subterráneas. Los tranques vienen a constituir sitios secundarios de impacto y éstos pueden estar a cientos de kilómetros de distancia.

En el año 1998 se realizó un trabajo de limpieza del tranque Sloman por el Gobierno Regional. Sin embargo, aparentemente no fue un trabajo bien hecho, porque los sedimentos se colocaron a muy poca distancia del río. Por lo tanto, en la crecida del año 2000 ocurrió lo mismo, ya que las aguas crecieron y arrastraron todos los sedimentos tóxicos y nuevamente cayeron a Quillagua.

El elemento presente en gran concentración en los sectores contaminados es principalmente el arsénico. En el año 1997 las concentraciones de arsénico fueron de casi cien partes por millón en las

---

<sup>53</sup> Así como en otros tranques cerrados como los tranques Santa Fe y Loma.

aguas, en circunstancias que un nivel "normal" sería de cien partes por un billón.

### **4.3. LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN**

Los efectos de los metales pesados en las aguas son diversos. Considerado el tranque como ecosistema, donde la interacción comienza desde los microorganismos hacia arriba, los metales se van acumulando hasta llegar al ser humano. El metal pesado alcanza concentraciones altísimas en el organismo terminal de la cadena alimenticia. De manera que si estos metales pesados llegan a un marisco o cualquier otro organismo comestible el problema se torna peligroso para el ser humano.

### **4.4. LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA**

Se piensa por los especialistas que la única solución al problema está en un cambio de mentalidad, en reconocer que hay un problema.

Sin embargo, son demasiados los intereses involucrados. De hecho, además de las empresas mineras que trabajan sus yacimientos *río arriba*, nos encontramos con que SOQUIMICH adquirió los derechos de aguas de gran parte de los habitantes de Quillagua y son inciertas las intenciones de la empresa en relación al problema. También hay que recordar que el Tranque Sloman es Monumento Nacional, de manera que cualquier trabajo importante, que signifique intervención del mismo, modificación de estructura, construcción de elementos purificadores del agua en su interior, entre otros, resultaría muy engorroso y burocrático, costos que los habitantes de Quillagua no pueden asumir.

La solución de fondo debe venir del Gobierno central ya que ésta escapa de las posibilidades de la autoridad local como ha quedado demostrado.

## **CAPÍTULO IV: TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS. LA FITOESTABILIZACIÓN PARA EL CIERRE DE FAENAS MINERAS**

Indudablemente la industria minera afecta la superficie terrestre y, no obstante los suelos directamente alterado por la minería es baja en relación con la superficie total del planeta, en algunos países mineros las extensiones de territorio ocupado, modificado y perturbado por yacimientos mineros y sus anexos son proporcionalmente enormes<sup>54</sup>.

La tendencia chilena actual hacia una producción creciente de metales, en faenas de escala cada vez mayor, hace pensar que los impactos mineros serán cada vez más severos en comparación con otros tipos de perturbaciones antrópicas, como la desertificación, y el sobrepastoreo, entre otros, si es que no se toman las medidas de control y mitigación adecuadas en las etapas de operación, cierre y abandono de faenas mineras.

Los residuos de las minas depositados en la superficie son a menudo inestables y pueden provocar flujos de contaminación. Los suelos de minas con metales, por ejemplo, a causa de sus propiedades físico-químicas, suelen tener una falta de materia orgánica y nutrientes que inhibe los procesos de formación de suelo y de crecimiento de las plantas. En el caso de los metales pesados<sup>55</sup> la diversidad y actividad de los microorganismos edáficos<sup>56</sup> también se ve drásticamente afectada.

---

<sup>54</sup> Por ejemplo, estimaciones realizadas a nivel regional indican valores de 3,7 millones de hectáreas degradadas por la minería en Estados Unidos, 2 millones de hectáreas en China y 0,2 millón de hectáreas en Sudáfrica. Aunque no existen cuantificaciones equivalentes en nuestro país, datos oficiales de la CONAMA, indican varios casos importantes de degradación química de suelos por actividades mineras, tales como los suelos agrícolas del Valle de Puchuncaví y los suelos naturales de los faldeos cordilleranos del sector de Codegua-Machalí, donde las actividades históricas de fundiciones de cobre resultaron en la degradación de 11.000 y 30.000 hectáreas respectivamente. además, según SERNAGEOMIN, para 1990 existían aproximadamente 800 acopios de residuos mineros abandonados o pasivos ambientales entre la II y VII Regiones del país, imponiendo alto riesgo ambiental y para la salud humana.

<sup>55</sup> Principalmente Cu, Pb, Ni y Zn.

<sup>56</sup> Los Microorganismos Edáficos se encuentran en la superficie terrestre y son los responsables de la descomposición, conversión y síntesis de sustancias orgánicas que influyen en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales minerales,

La disposición, manejo y abandono de estos residuos pueden llevar a impactos ambientales de largo plazo y de gran escala espacial, los que pueden ser muy difíciles y costosos de remediar a posteriori.

## **1. TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN**

El término *Tecnología de Remediación* implica cualquier operación unitaria o serie de operaciones unitarias que altera la composición de una sustancia peligrosa o contaminante a través de acciones químicas, físicas o biológicas de manera que reduzcan la toxicidad, movilidad o volumen del material contaminado<sup>57</sup>. Las tecnologías de remediación representan una alternativa a la disposición en tierra de desechos peligrosos que no han sido tratados, y sus capacidades o posibilidades de éxito, bajo las condiciones específicas de un sitio, pueden variar ampliamente.

El uso de una tecnología de remediación en particular depende, además de los factores específicos del sitio y de las propiedades fisicoquímicas del contaminante, de su disponibilidad, de la fiabilidad demostrada o proyectada, de su estado de desarrollo (laboratorio, escala piloto o gran escala) y de su costo.

Dentro de la amplia gama de tecnologías de remediación de suelos contaminados sólo nos referiremos a las de *biorremediación* las que se tratan de sistemas que utilizan organismos vivos (plantas, hongos, bacterias, etc.) para degradar, transformar o remover compuestos orgánicos tóxicos a productos metabólicos inocuos o menos tóxicos. Esta estrategia biológica depende de las actividades catabólicas de los organismos, y por consiguiente de su capacidad para utilizar los contaminantes como fuente de alimento y energía.

Como mecanismos de biorremediación encontramos el *bioventeo* que es una tecnología relativamente nueva, cuyo objetivo es estimular la biodegradación natural de cualquier compuesto biodegradable en condiciones aerobias. El aire se suministra en el sitio contaminado a través de pozos de extracción, por movimiento forzado (extracción o

---

creando un medio biótico que proporciona volumen de enraizamiento para las plantas y sirve como fuente de suministro de agua, oxígeno y nutrientes.

<sup>57</sup> <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/372/tecnolog.html>

inyección), con bajas velocidades de flujo, con el fin de proveer solamente el oxígeno necesario para sostener la actividad de los microorganismos degradadores.

También existe la *bioestimulación* que implica la circulación de soluciones acuosas (que contengan nutrientes y/u oxígeno) a través del suelo contaminado, para estimular la actividad de los microorganismos autóctonos, y mejorar así la biodegradación de contaminantes orgánicos o bien, la inmovilización de contaminantes inorgánicos in situ.

Por otro lado tenemos la *bioaumentación* que se utiliza cuando se requiere el tratamiento inmediato de un sitio contaminado, o cuando la microflora autóctona es insuficiente en número o capacidad degradadora. Consiste en la adición de microorganismos vivos, que tengan la capacidad para degradar el contaminante en cuestión, para promover su biodegradación o su biotransformación. El tamaño del inóculo a utilizar, depende del tamaño de la zona contaminada, de la dispersión de los contaminantes y de la velocidad de crecimiento de los microorganismos degradadores

La *biolabranza*, es otro proceso en que la superficie del suelo contaminado es tratado en el mismo sitio por medio del arado. El suelo contaminado se mezcla con agentes de volumen y nutrientes, y se remueve periódicamente para favorecer su aireación. Las condiciones del suelo (pH, temperatura, aireación) se controlan para optimizar la velocidad de degradación y generalmente se incorporan cubiertas u otros métodos para el control de lixiviados (Riser-Roberts, 1998). La diferencia entra le biolabranza y el composteo, es que en la biolabranza, se mezcla el suelo contaminado con suelo limpio, mientras que el composteo generalmente se realiza sobre el suelo.

En este capítulo nos referiremos en extenso a los mecanismos de *fitorremediación* consistentes en procesos que utilizan plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en suelos, lodos y sedimentos, y puede aplicarse tanto in situ como ex situ y que también se encuentran dentro de los llamados procesos biorremediatricos.

## 2. LA FITOESTABILIZACIÓN COMO MECANISMO DE RECUPERACIÓN DE SUELOS

Dentro de los procesos señalados encontramos que existen dos tipos de fitorremediación aplicables a los suelos contaminados por metales pesados: la *fitoextracción* y la *fitoestabilización*.

La fitoextracción consiste en la absorción y translocación de los metales desde las raíces hasta las partes aéreas de las plantas, que posteriormente se cortarán y serán incineradas o bien acumuladas con el objetivo de reciclar los metales. Las plantas adecuadas para llevar a cabo acciones de este tipo deben cumplir algunas características como la tolerancia al metal que se pretende eliminar<sup>58</sup>, que la acumulación se produzca fundamentalmente en la parte aérea de la planta y que presenten un rápido crecimiento, así como una alta producción de biomasa en la parte aérea.

La fitoestabilización por su parte, se utiliza en los suelos donde la gran cantidad de contaminantes imposibilita la fitoextracción y se basa en el uso de plantas tolerantes a los metales para inmovilizarlos a través de su absorción y acumulación en las raíces o precipitación en la rizosfera<sup>59</sup>, reduciendo así su movilidad y biodisponibilidad. A mayor abundancia, a fitoestabilización consiste en la utilización de plantas metalófitas excluyentes y de mejoradores de sustrato adecuados para inmovilizar o reducir la biodisponibilidad de los metales presentes en el sustrato sólido in situ, como los residuos mineros.

Los metales biodisponibles son complejados, precipitados y/o absorbidos por los materiales apropiados agregados al sustrato y por las raíces de las plantas metalófitas excluyentes, donde son acumulados en forma inocua, evitando así la biomagnificación y los efectos tóxicos sobre otros seres vivos.

La implementación de una cubierta vegetal sobre el sustrato también permite una estabilización física, permitiendo la dispersión

---

<sup>58</sup> Plantas hiperacumuladoras.

<sup>59</sup> En sentido estricto, la rizosfera es la parte del suelo inmediata a las raíces, tal que al extraer una raíz, es aquella porción de tierra que resta adherida a la misma. Se considera así dado que las características químicas y biológicas de la rizosfera se manifiestan en una porción de apenas 1 mm de espesor a partir de las raíces.

eólica-hídrica del sustrato rico en metales hacia las zonas aledañas, y evita la transformación química de los residuos en el tiempo.

La fitoestabilización representa, además, una tecnología ambientalmente más adecuada que otros mecanismos físico-químicos tradicionales de estabilización de residuos mineros sólidos, como la vitrificación, ya que permite devolver el sustrato en una condición ecológica aceptable y sin restringir los usos posteriores.

Como la fitoestabilización se realiza in situ, este método no produce alteraciones importantes en el paisaje, conserva el ecosistema y permite remediar grandes superficies.



La relación costo-beneficio de la fitorremediación es favorable, sin embargo, puede ser mejorada aún más utilizando plantas metalófitas que tengan otros valores agregados, tales como producir aceites fragancias o servir como fuentes de combustible.

Actualmente, la fitoestabilización de residuos mineros es una tecnología probada, sustentada por muchas experiencias exitosas realizadas en Europa, Estados Unidos y Canadá. Estos estudios han demostrado que los factores críticos para el éxito de la tecnología son la selección adecuada de las especies metalófitas excluyentes y el mejoramiento adecuado del sustrato, no sólo para asegurar el establecimiento óptimo de la cubierta vegetal y reducir la biodisponibilidad de los metales, sino también para restituir otros componentes bióticos del ecosistema artificial construido, tales como los

microorganismos encargados del ciclado de nutrientes, lo que asegura la funcionalidad integral y autosustentable del sistema.

Las plantas seleccionadas para llevar a cabo el proceso no sólo deben tolerar el metal que deberán acumular, sino también deberán ser adaptadas o adaptables al clima local y ser inocuas para el medio ambiente. Por eso debieran ser preferentemente utilizadas especies de plantas nativas y endémicas por sobre las especies exóticas.

### **3. FITOESTABILIZACIÓN VERSUS REVEGETACIÓN**

La revegetación ha sido tradicionalmente utilizada para recuperar la cubierta vegetal en un área degradada, en forma de evitar la pérdida del suelo debido a los procesos erosivos y de restituir la calidad ambiental y paisajística del lugar.

La revegetación ha sido implementada desde la década de los ochenta por algunas faenas mineras chilenas, para estabilizar residuos sólidos como relaves y pilas de estériles. Sin embargo, estas experiencias no han sido adecuadas para lograr los objetivos deseados y, en algunos casos, se han incluso magnificado los impactos ambientales al movilizar los metales y metaloides a través de las cadenas alimenticias.

Las revegetaciones realizadas han constituido, generalmente, transplante de plántulas de árboles exóticos y de rápido crecimiento como el eucalipto y aramo, y de arbustos nativos del país como el quillay, quebracho y quilo, junto con un manejo simple del sustrato, el que incluye el riego, incorporación mínima de materia orgánica y fertilización temporal. Aunque las plantas han sido capaces de establecerse y reducir los procesos erosivos de material, las escasas evaluaciones sistemáticas indican que la supervivencia, el estado sanitario y la velocidad de crecimiento de las plantas no son las requeridas para asegurar la estabilidad física y química de los residuos, esto sumado a una serie de deficiencias que han salido a la luz en virtud de evaluaciones realizadas tiempo después de la implementación de algunas revegetaciones.

A pesar de estas deficiencias y de la pérdida de recursos económicos asociada, muchas veces las empresas indican que sus programas de revegetación han sido exitosos.

La experiencia internacional muestra que la tecnología con mayores beneficios para estabilizar residuos mineros es la fitoestabilización. Esta tecnología, que a ojos de inexpertos puede parecer muy similar a la revegetación tradicional, tiene objetivos y metodologías muy diferentes.

#### **4. PROYECTO DE FITOESTABILIZACIÓN DE RELAVES<sup>60</sup>**

Actualmente en nuestro país se encuentra en plena ejecución el proyecto del Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM) y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Intihuasi) sobre uso de recursos fitogenéticos nativos para la fitoestabilización de relaves mineros en la Cuarta Región<sup>61</sup>.

Luego de contar con la experiencia internacional de más de 20 años en la aplicación de esta tecnología se decidió elegir a la Cuarta Región por cuanto más del 90% de los 300 depósitos de relaves de esa zona se ubica cerca de tierras agrícolas o ganaderas, y un 40% está situado cerca de zonas pobladas y de los principales cursos de agua de la región. Estos depósitos podrían transformarse en un foco de contaminación debido a la potencial dispersión hacia los cursos de agua y tierras agrícolas, ganaderas e incluso residenciales, por distintas fuerzas físicas, tales como el viento, las lluvias intensas o los aluviones.

También se considera que la zona es uno de los 25 sitios de interés mundial con prioridad de conservación de su flora y fauna únicas en el mundo y en el país.

En el desarrollo de este proyecto se ha determinado que es necesario contar con información sobre:

- las especies vegetales metalófitas nativas de la Región de Coquimbo que podrían ser utilizadas en forma exitosa en los

---

<sup>60</sup> Boletín Minero N°1187 de la Sociedad Nacional de Minería, Chile en <http://www.sonami.cl> visitado el 18 de abril de 2006

<sup>61</sup> El proyecto piloto tiene un costo total de \$374 millones y se adjudicó recursos de CORFO por un monto de \$180 millones por tres años. Cuenta adicionalmente con el apoyo de SONAMI, ENAMI Panulcillo, Anglo American Chile, Ministerio de Minería, CONAMA y SERNAGEOMIN. Las empresas están aportando \$66 millones en tres años, mientras el CIMM aporta \$88 millones y el INIA \$37 millones.

distintos depósitos de relave de la región y que, además, podrían tener un valor agregado al entregar un beneficio económico;

- la disponibilidad local de mejoradotes de sustrato adecuados y de bajo costo; y
- los pasos metodológicos fundamentales que deben ser seguidos para un programa de fitoestabilización efectivo y con alta relación costo-beneficio de los relaves ubicados en distintas zonas biogeográficas de la región, incluyendo los criterios de evaluación de los resultados en el corto, mediano y largo plazo.

Se ha señalado por los encargados del proyecto que la primera parte del mismo consiste, entonces, en identificar las plantas tolerantes a metales en el sustrato nativas de la región y adaptadas al clima y que la idea es introducirlas sobre los tranques, pero con un procedimiento distinto al de las forestaciones tradicionalmente utilizadas en terrenos degradados y desechos mineros.

El objetivo es manejar toda la superficie del tranque agregando componentes que permitan, por un lado, recuperar la actividad microbiológica del sustrato para asegurar la funcionalidad del sistema vegetal, introduciendo no sólo la vegetación, sino los otros componentes del sistema que pueden darle funcionalidad.

El interés del proyecto es usar desechos orgánicos de otras industrias u otras fuentes, como por ejemplo, los lodos de las plantas de tratamiento de aguas servidas, agregando así nitrógeno y nutrientes para las plantas, disminuyendo la carga biológica de metales disponibles y agregando microorganismos que ayudarán a reciclar los nutrientes que las mismas hojas de las plantas estén aportando al sustrato.<sup>62</sup>

El objetivo general del proyecto es validar la tecnología de fitoestabilización para los depósitos de relaves mineros en Chile, de modo que las empresas y los organismos e instituciones con competencia ambiental dispongan de una tecnología ambientalmente sustentable que permita disminuir el riesgo ambiental de los relaves mineros actuales y futuros.

---

<sup>62</sup> Dra. Rossana Ginocchio, investigadora del CIMM en entrevista a Boletín Minero N°1187

## **CONCLUSIONES**

Para la realización de este trabajo fue necesario recurrir a diversas disciplinas considerando la naturaleza multidisciplinaria del problema jurídico-ambiental del cierre de faenas mineras. Asimismo, dentro del aspecto puramente jurídico, nos adentramos en diversas disciplinas o que permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- 1.** Enfrentar el tema de las minas abandonadas es difícil ya que hay múltiples temas asociados que la hacen compleja. Entran en juego una serie de factores que van desde aspectos civiles de la responsabilidad extracontractual, pasando por la burocracia del sistema administrativo, hasta la complejidad de los aspectos técnicos del desarrollo de la actividad minera.
- 2.** En todas las fases de desarrollo de la actividad minera, sea extractiva o productiva, se producen muchos impactos ambientales. Los efectos de las fases de la actividad minera se proyectan incluso más allá de la vida útil de los yacimientos e instalaciones anexas.
- 3.** La legislación ambiental vigente en nuestro país es ineficaz para asegurar tanto al Estado como a terceros, que las faenas mineras cerradas o abandonadas serán ambientalmente seguras en el corto, mediano y largo plazo.

De esta forma, las empresas mineras no se ven obligadas a. Hasta el momento, las únicas empresas que podemos decir que han enfrentado el tema y lo han hecho en forma relativamente eficaz, son aquellas que lo hacen de forma *voluntaria* por cuanto la normativa no necesaria existe y la vigente no resulta ser lo suficientemente útil y, en muchos pasajes, es meramente enunciativa debido a la carencia de mecanismos de control y fiscalización adecuados.

No obstante, el carácter voluntario de su actuar no lo es tanto, ya que el respeto del medio ambiente dice relación más bien con la adecuación técnica a premisas que vienen dadas por el mercado. Las grandes empresas mineras instaladas en Chile son, normalmente, filiales o sedes de transnacionales originarias de países desarrollados que sí tienen regulación eficiente sobre el tema de manera que éstas tienen que cumplir con estándares internacionales para poder entrar al

mercado y competir en igualdad de condiciones con otros productores. Estos estándares vienen dados, principalmente, por las normas ISO.

Por otra parte, a las empresas mineras les resulta atractivo lograr una imagen pública positiva conociendo de antemano las responsabilidades a que se verán expuestos en caso de explotar irresponsablemente yacimientos mineros.

Además, considerar los costos ambientales desde el principio beneficia a las empresas si se tienen presentes como uno más de los costos necesarios para desarrollar su actividad y no al final de la vida de su proyecto, en el que los costos ambientales significarán una carga económica importante.

El Estado, por su parte, ha de reportar la ventaja de evitar hacerse cargo de la basura producida a lo largo de la vida útil de empresas que luego se desvincularán de ella, derivando su responsabilidad en las arcas fiscales.

**4.** La normativa que se propone para el cierre y/o abandono de faenas mineras prevé el perfeccionamiento del instrumento de gestión mediocremente presentado en el Reglamento de Seguridad Minera (Título X del D.S. N° 72 de 1985 del Ministerio de Minería) que es el Plan de Cierre con las características esbozadas en el Capítulo II de esta tesis.

El Plan de Cierre deberá ser presentado conjuntamente con el EIA o DIA del proyecto sin que constituyan un solo documento. La coincidencia sólo radica en el momento de su exigibilidad y no en su contenido, análisis ni aprobación.

La actualización de los planes de cierre es también un punto relevante y su aprobación debiera ser siempre un requisito para que continúe funcionando una faena.

Presentamos en su oportunidad los requisitos mínimos de los planes de cierre que deben ser establecidos por la ley y su contenido específico a ser regulado por un reglamento por lo que nos remitimos a lo señalado precedentemente.

Finalmente, la fiscalización del cumplimiento del plan deberá ser efectuado por la autoridad competente por medio de diversas vías, tanto obligatorias como facultativas. Esta multiplicidad debe estar fielmente relacionada con la admisibilidad de evaluaciones y proyectos

presentados por empresas especializadas en el tema ambiental y de control de riesgos, como documentos de apoyo de las planificaciones de cierre de las empresas mineras.

**5.** Con respecto a los Pasivos Ambientales Mineros podemos concluir que no sólo son responsabilidad de los empresarios mineros, sino también del Estado.

Los empresarios son responsables de no tener conciencia, a pesar de la inexistencia de un sistema normativo específico y adecuado, del daño ambiental y social del abandono descuidado de sus faenas mineras que les habrán reportado años de ganancias y bienestar por largos años.

Respecto del Estado, su responsabilidad radica en la falta de normas que regulasen la acumulación de residuos industriales mineros en todos los componentes del medio ambiente.

Por otra parte, para perseguir la responsabilidad de privados en el cuidado del medio ambiente cuando los daños ya han sido causados y sólo es posible su compensación, mitigación y, con mucho optimismo, reparación, hay un tema de responsabilidad extra-contractual que se obscurece frente a la necesidad de la causalidad y la imputabilidad, pero aún si eso pudiera resolverse, es común que una empresa existente hace cincuenta años ya no exista hoy. Y si la encontráramos, ella encontraría un abogado que alegaría que la empresa no dejó de cumplir ley alguna vigente al momento de su operación y que sería ilegal buscar una responsabilidad retroactiva. Al final, la experiencia comparada parece mostrar que el pasivo ambiental termina siendo enfrentado por el Estado, esto es, por todos los contribuyentes.

**6.** Es imprescindible la instauración de un Sistema de Garantías en virtud del cual toda empresa minera debiera constituir una garantía financiera que vendría siendo un instrumento de resguardo que asegura al Estado que la empresa minera dispondrá de los fondos necesarios para financiar las acciones comprometidas en el Plan de Cierre, cuando corresponda ejecutarlas.

**7.** Finalmente debe señalarse que es difícil abordar exitosamente el tema de las minas abandonadas y sin embargo hay que hacerlo de todas formas. No cabe duda que el primer paso es impedir que haya

nuevos abandonos en Chile y para ello deben existir las leyes de cierre de faenas mineras.

La inmensa mayoría de los países que explotan la minería (y todos los países desarrollados con minería) cuentan con una legislación de cierre de faenas mineras madura y sistémica, las que consagran un fin de las minas abandonadas y, de esta manera, una paralización al aumento del pasivo ambiental. Todo proyecto minero que se realice en Chile deberá elaborar un plan de cierre de faena.

Pero en Chile, país líder en minería, no tenemos legislación adecuada de cierre de faenas mineras. Lo que tenemos es una vaga mención en el sistema de evaluación de impacto ambiental y un certificado de cierre emitido por el Director del SERNAGEOMIN sobre una base legal inexistente, pero que todos aceptan.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### ***Libros, Artículos y Memorias de Título***

1. Acuerdo Marco Producción Limpia "Sector Gran Minería", Ministerio de Minería, Gobierno de Chile.
2. Consejo Minero de Chile A.G.; "Gran minería chilena y desarrollo sustentable: acciones y reflexiones", Santiago, 2002.
3. Danielson, Luke J.; "Planes de cierre: concepto y aplicación en la minería de los Estados Unidos", Revista de Derecho de Minas, Volumen VII, páginas 7 a 40, de 1996.
4. Domínguez Meza, María Francisca; "Propuesta legislativa en materia ambiental para el cierre y abandono de faenas mineras", Memoria de título para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile, 2000.
5. "El plan final: el cierre adecuado de las faenas es un tema que toma vuelo en Chile y que es fundamental para evitar impactos ambientales", en Revista InduAmbiente, revista de descontaminación industrial, recursos energéticos y ecología, Santiago, Chile, Año 12, Nro. 67, marzo - abril 2004.
6. Fernández Biterlich, Pedro; "Manual de derecho ambiental chileno", Editorial Jurídica de Chile, 2004.
7. Gladys Camacho, Víctor Morales, Roxana Varas, Miriam Henríquez; "Normativa ambiental aplicable a la industria minera en Chile", Congreso Internacional de Gestión Ambiental, 2001.
8. Informe Final Proyecto CONAMA - Ministerio de Minería, año 1998.
9. Krom, Beatriz Silvia; "La minería sustentable del milenio", Buenos Aires, Argentina, 2000.
10. Lira Ovalle, Samuel; "Curso de derecho de minería", Editorial Jurídica de Chile, 1994.
11. Ministerio de Energía y Minas, Perú - Ministerio de Energía y Minas de Columbia Británica, Canadá; "Guía para la elaboración y revisión de planes de cierres de minas", Proyecto de asistencia al sector público minero metalúrgico del Perú PERCAN, 2002.

12. Olcay Cárdenas, Luis Alberto; "Marco legal actual en Chile, política ministerial referente a planes de abandono".
13. Retamal Márquez, Úrsula; "Minería y medio ambiente: Cierre y abandono de faenas mineras", Memoria de título para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Concepción, 2004.
14. Ropert Fuentes, Rodrigo; "Legislación chilena y extranjera sobre planes de cierre y rehabilitación de faenas mineras", Memoria de título para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile, 1998.

### ***Documentos Electrónicos***

14. [http://www.editec.cl/sustentare/sust\\_mar04/articulos/compuestos.htm](http://www.editec.cl/sustentare/sust_mar04/articulos/compuestos.htm) consultado el 24 de enero de 2006, Revista Sustentare.
15. <http://www.areaminera.com/Contenidos/Ambiente/Articulos/3.act> consultado el 24 de enero de 2006, Revista Areaminera.
16. <http://www.accionecologica.org>
17. <http://www.conama.cl>
18. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/372/tecnolog.html>
19. Boletín Minero N°1187 de la Sociedad Nacional de Minería, Chile en <http://www.sonami.cl>

### ***Leyes y Reglamentos***

20. Constitución Política de la República de Chile, 1980.
21. Ley N° 19300 de 1994 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
22. Decreto Supremo N° 30 de 1997 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que fija el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
23. Ley N° 18248 de 1983 que fija el Código de Minería.
24. Decreto Supremo N° 1 de 1986 del Ministerio de Minería que fija el Reglamento del Código de Minería.

25. Decreto Supremo N° 72 de 1985 del Ministerio de Minería que fija el Reglamento de Seguridad Minera.
26. Decreto con Fuerza de Ley N° 725 de 1968 del Ministerio de Salud que fija el Código Sanitario.
27. Decreto con Fuerza de Ley N° 1122 de 1981 del Ministerio de Justicia que fija el Código de Aguas.
28. Ley N° 3133 de 1916 Sobre Aguas y Residuos Industriales Líquidos.
29. Decreto Supremo N° 2491 de 1916 que fija el Reglamento de la Ley 3133.