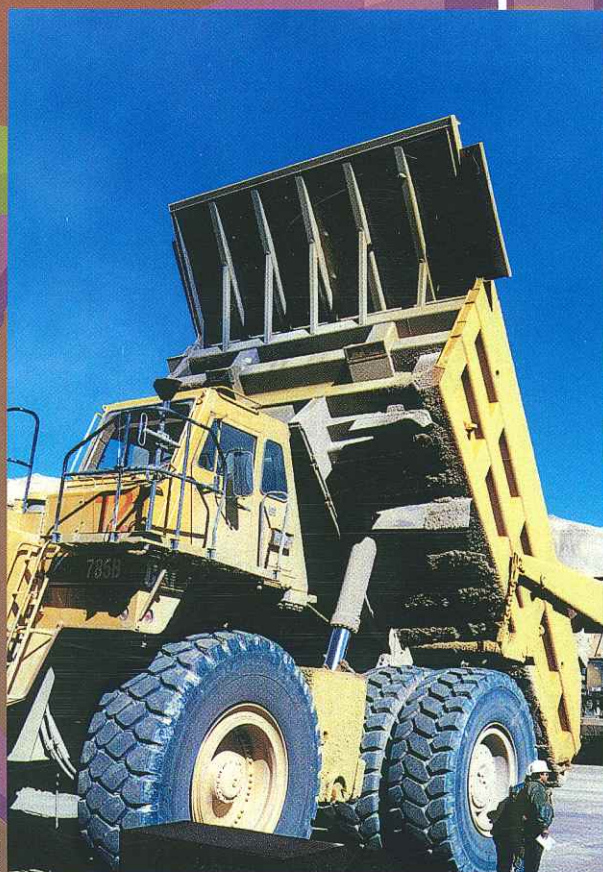


# LOS RIESGOS DE LOS TRANQUES DE RELAVE MINERO EL CASO PEÑABLANCA





Observatorio Latinoamericano  
de Conflictos Ambientales

---

**Los Riesgos de los Tranques  
de Relave Mineros.  
El Caso Peñablanca**

---

Marcela Corvalán Ponce

**Los Riesgos de los Tranques de  
Relave Mineros. El Caso Peñablanca**

**Autora:**

**Marcela Corvalán Ponce**

**Publicado por:**

**Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales**

**Matta Oriente N°318, Piso 2 - Depto. 2. Ñuñoa  
Santiago, Chile**

**Fonos: (56-2) 274 57 13 (56-2) 225 32 18**

**Fax: (56-2) 343 06 96**

**Correo electrónico: [oca@rdc.cl](mailto:oca@rdc.cl)**

**Página web: <http://www.relca.net/oca>**

**Diagramación e Impresión Digital**

**Lom Ediciones Ltda.**

**Maturana 9 - Fono 671 5612**

**Santiago - Chile**

**Revisión:**

**Claudia Bravo**

**Registro de Propiedad Intelectual N° 114.171**

**ISBN N° 956-7958-05-X**

**1° Edición**

**abril del 2000**

**Esta publicación contó con el apoyo solidario de Center for International Environmental Law  
(CIEL) - Estados Unidos**

## Indice

<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>I PARTE</b>	
<b>El Proyecto Tranque Los Maquis</b>	<b>9</b>
<b>El Conflicto Peñablanca v/s Compañía Minera Las Cenizas</b>	<b>13</b>
<b>II PARTE</b>	
<b>Los Riesgos Naturales</b>	<b>19</b>
<b>Panorama Histórico</b>	<b>25</b>
<b>La Legislación Vigente</b>	<b>29</b>
<b>Anexo I: La inestabilidad de un suelo</b>	<b>35</b>
<b>Anexo II: El Factor de Seguridad</b>	<b>41</b>



## INTRODUCCIÓN

La protección del medio ambiente es una suerte de filosofía de la vida. Es una actitud permanente. Es una forma de actuar frente a cada circunstancia. Es responsabilidad de todos, grandes y chicos, pobladores y empresarios, dirigentes y autoridades, en general de hombres y mujeres. Ahora bien, para llevarla a la práctica, es necesario que los individuos se empapen de los sucesos que ponen en riesgo su propio ambiente, adquiriendo en forma directa o indirecta el conocimiento, criterios y conceptos que envuelven tales eventos.

Uno de estos riesgos son los **tranques de relaves** construidos por las empresas mineras, los cuales representan en la mayoría de los casos una alerta para las comunidades que se encuentran próximas a sus instalaciones, teniendo en cuenta que dicha proximidad se conjuga con la localización aguas arriba de una quebrada, alterando en forma drástica la vida de los grupos humanos emplazados en el área.

Este documento pretende colaborar con un pequeño grano de arena a esta perspectiva de vida, entregando un panorama resumido de los principales elementos que giran entorno a los Tranques de Relaves y los sucesos que se generaron a raíz de la aprobación de construcción de este tipo de obras en una localidad mayoritariamente agrícola y muy bien organizada.

La primera parte presenta en forma cronológica, los sucesos ocurridos en la localidad de Peñablanca, en donde la comunidad se vio enfrentada a la posibilidad de ser vecinos de un tranque de relave de la Empresa Minera Las Cenizas. Sin embargo, gracias a la organización social, constancia y paciencia de los vecinos del sector lograron exponer en formas efectiva su problema a las autoridades y darlo a conocer a la opinión pública, consiguiendo con ello revertir la situación.

La segunda parte de este documento pretende exponer en forma simplificada algunos antecedentes que giran en torno a los tranques de relaves, de manera de dar al lector una perspectiva más amplia acerca del tema, presentando para ello los riesgos naturales susceptibles de producir impactos negativos al medio ambiente, un panorama histórico de trastornos causados por instalaciones de este tipo y la legislación vigente que rige su construcción y operación, situando al lector en una área que para muchos, es desconocida.

## I Parte

### EL PROYECTO TRANQUE LOS MAQUIS

El proyecto Tranque Los Maquis es la construcción y operación de un tranque de relave de cobre, el que fue diseñado y elaborado por la Sociedad Legal Minera Las Cenizas. Las instalaciones mineras de esta empresa, se encuentran emplazadas a la entrada de la comuna de Cabildo (dentro de su área urbana), en la Provincia de Petorca, V Región.

Sociedad Legal Minera se remonta al año 1978 cuando adquiere la planta Las Cenizas de Cabildo, instalaciones que datan desde la década de los sesenta y la adquisición de algunas pertenencias mineras a través de una licitación pública realizada por la Empresa Nacional de Minería (ENAMI).

La Planta cuenta dentro de sus instalaciones con cuatro tranques para embalsar los relaves, uno actualmente en operación y tres que se encuentran abandonados, los que fueron forestados por la empresa dentro de un plan que lleva 8 años, proceso catalogado por ella como «exitoso». El tranque en operaciones (tranque N°4) hoy en día ha superado con creces su vida útil pronosticado para el año 1998; «el funcionamiento de su máxima capacidad, posibilita la ocurrencia de su colapso y por consiguiente una catástrofe de grandes proporciones para zona».

El abastecimiento a la Planta se realiza a través de dos vías: Minera Claudia, ubicada en la misma zona de Cabildo la cual explota un yacimiento de cobre tipo skarn correspondiente a la formación geológica Lo Prado y la compra a pequeños mineros de la zona.

El nuevo tranque tiene por objetivo darle continuidad al proceso productivo de la Minera, debido a la condición del tranque en funcionamiento. Este se ubicara en la quebrada Los Maquis, en la localidad de Peñablanca, entre las elevaciones 250 y 340 m.s.n.m. y con una distancia respecto a la Planta Cabildo (Planta Beneficio) de 5 kms. aproximadamente.

Dentro de las principales características planteadas en el proyecto Tranque Los Maquis<sup>1</sup> encontramos las siguientes:

«la capacidad de contención del tranque es de 6.140.000 toneladas y tendrá una altura media final de 48 metros. Al final de su vida útil, cubrirá una superficie de 21 hás. en terrenos de la compañía, el cual cuenta con la aprobación del cambio de Uso de Suelo para dichos fines.

---

<sup>1</sup> Sociedad Legal Minera Las Cenizas.»Proyecto Tranque Los Maquis» Cabildo, V Región Mayo de 1996.



### Las principales obras del proyecto son:

- Muro de Contención. Esta construido principalmente de arenas y la construcción de un prisma resistente el cual se inicia con un muro de partida construido con material de empréstito.
- Clasificación y disposición de Relaves. La fracción gruesa o arenas es descargada gravitacionalmente hacia el muro y repartida homogéneamente a través de spigotts adecuados para estos efectos. La fracción fina o lamas, es descargada gravitacionalmente hacia la cubeta del tranque durante toda su vida útil.  
Eventualmente se contempla una descarga directa de los relaves hacia la cubeta, en caso de requerimientos operacionales previamente definidos.
- Sistema de Drenaje y Recuperación de Aguas Claras. El agua que ingresa a la cubeta junto con el relave se distribuye proporcionalmente a la distribución de sólidos que ingresa a la misma. Las aguas que acompañan a la arenas, percola a través del muro y es captada por drenes basales, en tanto que el agua que fluye hacia la cubeta junto con las lamas, es captada por torres de evacuación y enviada a través de acueductos basales, bajo el piso del tranque, hacia la piscina de recirculación, desde donde es enviada nuevamente a la Planta de Beneficio.
- Impulsión de Relaves. Considerando el desnivel geométrico entre la Planta y el muro del Tranque (163m), los relaves producidos serán impulsados a través de una tubería enterrada de Polietileno de Alta Densidad que se desarrolla en su totalidad en terrenos de la Compañía, por la ribera oriente del Canal La Laja y la ladera norte del cerro.
- Recirculación de Aguas. El Agua recuperada será conducida gravitacionalmente desde la piscina de captación ubicada aguas abajo del muro de arenas, hasta los estanques de agua industrial de la Planta.
- Canal de Contorno. Con el objeto de interrumpir las aguas lluvias y las crecidas en la cuenca, evitando su ingreso a la cubeta del tranque, se diseño un canal de contorno que intercepta la Quebrada Los Maquis en la cola del embalse y continúa por la ladera hasta el eje del muro.
- Vertedero de Abandono. De tipo lateral, en hormigón armado de 30 m de longitud, el que tendrá una capacidad de evacuación de  $30\text{m}^3/\text{seg}$ . equivalente a un período de retorno de 1000 años.

Instrumento	Tipo de control
monolitos de hormigón	topográfico
piezómetros	nivel freático (aguas subterráneas)
limnigrafos	lagunas de aguas claras
evaporímetro	tasa de evaporación



- Instrumentos y Elementos de Control
- Obras de Mitigación de Material Particulado. «Se considera el riego por aspersión, el uso de malla raschel y la forestación de la cubeta y el perímetro con especies rastreras y arbóreas.»

La compañía debido a las características que presentaba la obra, decide realizar un documento denominado «Estudio de Impacto Ambiental», entrando con ello al sistema SEIA, sin embargo en la época tal ingreso no era obligatorio debido a que la Ley de Bases del Medio Ambiente no se encontraba operativa al no dictarse el Reglamento que la regula, ingresando a este en forma «voluntaria».

La característica de ingresar al SEIA, a través de la generación de un «estudio» fue adquirida por muchas empresas de la época, persiguiendo con ello en muchas ocasiones presentar una imagen de seriedad ante el tema ambiental, sin embargo la seriedad (calidad) en la generación de este tipo de documentos es cuestionada hoy en día.

Un esquema simplificado de los resultados obtenidos por este estudio se muestran a continuación, fueron consideradas 15 variables y agrupadas en cuatro grupos según el tipo de impacto.

simbología	significado	cantidad
n	No existe efecto negativo sobre el medio.	11
i	Existe efecto negativo insignificante sobre el medio, que se supera con medidas especiales estipuladas en el proyecto.	1
m	Existen efectos negativos potenciales sobre el medio, que son mitigados...	2
p	Existen efectos positivos sobre el medio.	1

La empresa realizó las gestiones y obtuvo las aprobaciones de las autoridades sectoriales entre los años 1995 y 1996 mediante sus respectivas resoluciones, que permiten la generación de este tipo de construcciones.

## El Conflicto Peñablanca v/s Compañía Minera Las Cenizas

El proyecto Tranque Los Maquis, perspectivado para ser construido en la localidad de Peñablanca, comuna de Cabildo, dio inicio a un extendido conflicto entre los habitantes del sector que se oponían a la instalación de esta obra y la Sociedad Legal Minera Las Cenizas (la compañía). El conflicto se prolongaría por un período aproximado de tres años.

La comunidad de Peñablanca y sus alrededores, son sectores que se dedican a la actividad agrícola, y dentro de esta principalmente al cultivo de paltos, actividad que se viene realizando desde principios de los 90'. Las localidades vecinas como Cabildo se dedican además a la minería. La población de Peñablanca que se vería afectada en forma inmediata por la puesta en marcha de dicho proyecto es de 450 a 500 personas.<sup>2</sup>

El inicio del conflicto se daba a través de la publicación en el Diario Oficial de la resolución<sup>3</sup> del Servicio Nacional de Geología y Minería quien aprobaba el proyecto de construcción y operación del Tranque de Relave Los Maquis, la comunidad tomaba conocimiento del suceso. Dicho proyecto tenía como propósito el reemplazar el actual tranque de relave ubicado en la ribera norte del río La Ligua, el cual actualmente sigue funcionando superando con creces su máxima capacidad.

Ante esta situación la comunidad decide organizarse en contra de la instalación del tranque de relaves, a través de la Junta de Vecinos N° 9 de Peñablanca, encabezada por su presidenta Erica Valdebenito y dirigentes poblacionales como Juan Payacán, entre otros. Diversas reuniones se emprendieron en busca de una solución al problema, recurriendo a diálogos y a la presentación de propuestas a la misma empresa y a diversas autoridades de la comuna.

En el mes de agosto de 1995 se comienzan la primeras acciones masivas, como la convocatoria a una asamblea entre campesinos y pobladores contrarios a la construcción del relave y una «acalorada reunión entre los oponentes y representantes de la Sociedad..., en la sede» vecinal, «la que estuvo a punto de pasar a mayores a raíz del subido tono que por momentos hubo en el encuentro, donde ambas partes defendieron sus posiciones»<sup>4</sup>

La polémica continuó días más tarde en el Cine Municipal de la comuna, donde se realizaba un «Cabildo Abierto», ante la comunidad del área y con la presencia de diversas autoridades regionales. En la reunión volvieron a renacer las discrepancias entre las partes, sin embargo, uno de los logros principales

<sup>2</sup> Cifras entregadas por la Junta de Vecinos N°9 de Peñablanca.

<sup>3</sup> Resolución N° 0172 del SERNAGEOMIN Santiago, 15 de febrero de 1995.

<sup>4</sup> Diario «El Observador», viernes 18 de agosto de 1995. Quillota V Región.



de la directiva vecinal fue la posibilidad de plantear su postura ante la comunidad y las autoridades.

A finales de agosto, esta vez, se realizaba una reunión programada por las autoridades, para conversar y dislumbrar el punto de vista de los trabajadores de la empresa respecto a la realización del proyecto. Los dirigentes del Sindicato Minero señalaban su intención de que el proyecto se concretara, «para asegurar su fuente laboral, como también los pasos que se han dado y los que se darán por parte de esta empresa, para dar muestras de garantía y tranquilidad a quienes se oponen a la construcción.»<sup>5</sup>

Esta postura «mediadora» de las autoridades, proseguía con un nuevo encuentro en la comuna de carácter privado entre las autoridades, la relevancia del tema convocaba al encuentro la presencia del Seremi de Minería el Sr. Carlos Arias y el director regional de la Comisión Nacional de Medio Ambiente el Sr. Gerardo Guzmán. «La intención es seguir buscando los posibles puntos de consenso entre las partes involucradas, donde unos apoyan y otros rechazan el proyecto, como también buscar un acercamiento en las discrepancias que se plantean»<sup>6</sup>

Nuevas autoridades se sumaban a la evolución del conflicto. En el mes de Octubre del Intendente Regional, el Sr. Hardy Knittel, sostenía un encuentro con el alcalde y el gobernador los Srs. Eduardo Cerda y Fernando Basilio, respectivamente, para conversar una vez más sobre el tema y visitar el terreno donde se pretendía construir el proyecto. En esta visita dirigentes y pobladores de Peñablanca realizaron una manifestación, protestando en medio del camino principal, cuando autoridades se dirigían a la sede comunal, allí plantearon al intendente,

«su absoluto rechazo a la construcción del relave, ya que nadie podrá estar tranquilo sabiendo que tiene un relave sobre sus cabezas. Además se criticó la exclusión de los vecinos afectados en la discusión del proyecto antes de presentarlo como hecho consumado, luego de las respectivas aprobaciones de los organismos técnicos»<sup>7</sup>.

El intendente por su parte se comprometía a estudiar el asunto sin la premura del tiempo, teniendo en cuenta todos los antecedentes y alternativas posibles que eviten perjudicar a los habitantes de la comuna, señalando «me comprometo a que, mientras el problema no este totalmente aclarado y consensuado entre las partes, en el sector no se producirá ningún movimiento de tierra»<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup> Diario «El Observador», Viernes 25 de agosto de 1995. Quillota V Región.

<sup>6</sup> Diario «El Observador», Viernes 15 de septiembre de 1995. Quillota V Región.

<sup>7</sup> Diario «El Observador», Viernes 13 de octubre de 1995. Quillota V Región.

<sup>8</sup> idem.



El apoyo a Peñablanca no se dejaba esperar, las Uniones Comunales de La Ligua y Cabildo rechazaban la ubicación del futuro relave, señalando «su preocupación por el peligro que esta obra representa para los habitantes directos en el sector campesino de Peñablanca, y para los poblados que se encuentran río abajo, tales como Ingenio, Montegrande, El Bosque, La Higuera, El Carmen, Las Garzas, Valle Hermoso, La Ligua, Placilla, La Chimba, Quínquimo y Pullally»<sup>9</sup>

1995 finalizaba con una serie de manifestaciones de sensibilización ante la opinión pública y autoridades tanto locales como regionales, respecto de la situación que generaría la construcción del relave, considerando el pasado trágico que experimentaron estas construcciones, incluso en la misma localidad donde se pretende emplazar este nuevo proyecto.

No existirán acuerdos entre los vecinos y la empresa. Mientras tanto la autoridad mantendrá el discurso de recopilar información y estudiar el caso, dilatando la situación, sin plantear ninguna solución al respecto. Ante esto la empresa se mantendrá expectante ante los acontecimientos, ya que ella cuenta con todos los permisos sectoriales para la construcción.

A pesar que la autoridad ambiental y el propio Intendente Regional manifestaban la intención de estudiar el caso en pos de una solución, el ministro de Minería, Benjamín Teplizki, señalaba que «el tranque de relave es técnicamente perfecto, pero aún permanece el recuerdo de la tragedia de El Cobre»<sup>10</sup>, sin embargo en el mes de Septiembre de 1996 colapsaba en Chimba Sur, comuna de Petorca, un tranque de menor envergadura producto de un sismo de intensidad grado 5º., sepultando suelos agrícolas.

Para enfrentar de forma organizada se creaba la «Comisión relave», compuesta por diversas organizaciones poblacionales y campesinas del área, con el fin de buscar los medios para dar una pronta solución al conflicto.

Una de las señales que conseguía esta nueva organización, era que por orden del Sr. Intendente se enviaba la primera resolución de esta institución, la conformación de una Comisión para el estudio del caso, indicando la proposición de esta de la siguiente manera:<sup>11</sup>

- posibilidades de destinación a otros terrenos, para algunos comités de vivienda
- mejoramiento del camino de ingreso al sector del tranque
- estudiar probables garantías por daños comprobados en algunos casos, sin embargo, no da respuesta a las preocupaciones de los vecinos.

<sup>9</sup> Diario «El Observador», Viernes 20 de octubre de 1995. Quillota V Región.

<sup>10</sup> Diario «El Observador», Viernes 9 de febrero de 1996. Quillota V Región.

<sup>11</sup> Carta Ord. N°3/1101 Intendencia V Región Valparaíso, 9 de agosto de 1996.

Ante estos hechos la directiva solicitaba audiencia con el Presidente de la República, Eduardo Frei Ruiz Tagle, sin embargo, la falta de voluntad en resolver este problema llegaba hasta la presidencia. Miguel Salazar B. Director de Programación daba respuesta a tal solicitud señalando que «no es posible que el Presidente pueda recibirlos... sin embargo y como manera de colaborar en la solución de sus problemas, hemos enviado copia de su carta al Sr. Renán Fuentealba Intendente de la IV Región, con objeto que está sea debidamente atendida.<sup>12»</sup>

La falta de criterio y seriedad para con el caso, se resumía en esta respuesta. Un grupo de organizaciones poblacionales acusaban recibo a la solicitud de entrevista con el presidente<sup>13</sup>, indicando primero que la comunidad de Peñablanca NO pertenece a la IV Región, en segundo lugar el

«cansancio de recurrir a las autoridades tanto locales, provinciales como regionales, quienes vulgarmente se dice, se tiran la pelota unos a otros y no hay solución... tal parece que estos señores mantienen algún pacto con el empresariado y no están viendo que lo que nos afecta es realmente de vida o muerte»,

y en tercer lugar insistir en una entrevista con el Presidente.

De esta forma se retiraba el año 1996, con la realización de gestiones de los pobladores hacia distintas autoridades incluso diversas solicitudes de audiencia con el Presidente Eduardo Frei, las cuales nunca llegaron a concretarse, exceptuando encuentros fortuitos en sus distintos viajes a la región, algunos con manifestaciones, para llamar la atención de su persona, sin alcanzar respuesta personal ni de sus asesores.

El primer semestre de 1997 no sería muy distinto de los años anteriores, declaraciones públicas de la directiva corroboran esta percepción cuando señalan, «llevamos tres años luchando por conseguir de la Compañía minera Las Cenizas que se desista de construir... sobre nuestras tierras y viviendas ..., y dicha negativa obedece a que sin duda nos traerá efectos negativos para toda la vida».<sup>14</sup>

La Comisión Relave indicaba que «las autoridades han tocado en forma muy simple el problema, porque aún cuando no ocurra ningún desastre, la erosión de polvo y reactivos químicos podría llegar a las tierras, perjudicando los cultivos, el agua y a la población en general, agregando, no nos oponemos a la obra como tal, pero sí al lugar donde se construirá. con esto se perjudica por contaminación el agua de los canales, nuestras tierras perderán valor y

<sup>12</sup> Carta IO1960006035 Presidencia de la Republica Santiago 7 de octubre de 1996.

<sup>13</sup> Carta solicitud, enviada por la J.V.Nº 9 Peñablanca, Comisión relave, Junta de Canalistas, Sindicato Ind. de Peñablanca, Federación Regional El Surco y las Uniones Comunales de Cabildo y La Ligua. Cabildo 16 de octubre de 1996.

<sup>14</sup> Diario «El Observador», Viernes 2 de mayo de 1997. Quillota V Región.



en una zona sísmica como ésta existe una amenaza directa a la población de Peñablanca»<sup>15</sup>

La Respuesta de la Empresa Minera a estas inquietudes de los dirigentes: Según información dada por Leopoldo Valenzuela Berton, Gerente de Operaciones de la Minera, es que «el tranque es indispensable para dar continuidad a la operación, y esta diseñado según las normas de ingeniería, del ambiente y legales más estrictas, con el objeto de otorgar las seguridades de estabilidad y ambientales necesarias» además «a raíz de la publicación del Reglamento de ley Ambiental (3 de abril de 1997) la empresa ha decidido realizar y presentar un Estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a las pautas y normas de dicho reglamento, proceso en el cual la comunidad podrá efectuar las consultas y observaciones que estime convenientes, en un marco definido.»<sup>16</sup>

El conflicto toma otro rumbo cuando en el mes de julio el Dr. Franklin Sánchez G. Jefe del Dpto. de Programas Sobre el del Servicio de Salud de Viña del Mar - Quillota, en atención a lo solicitado por la comunidad de Peñablanca y otras organizaciones, visitaba con personal inspectivo-profesional el sector correspondiente al emplazamiento del Tranque «Los Maquis».

Comprobando en terreno «que dentro del área de influencia del proyecto existen escurrimientos superficiales de agua turbia con características propias de la actividad minera, plantaciones de árboles frutales y asentamientos humanos, cuya presentación amerita una reevaluación conforme a parámetros de referencia que la actual normativa considera.»<sup>17</sup>

Indicando para ello que «dado las condiciones ambientales del entorno han variado desde el año 1995 a la fecha y en virtud de lo señalado en la Ley N° 19.300, que tipifica a este tipo de proyectos como susceptibles de causar impacto ambiental» solicitaba a la Empresa Minera Las Cenizas, «someter el proyecto Tranque Los Maquis, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la forma como lo establece el Reglamento respectivo.»<sup>18</sup>

De esta forma concluía una larga movilización en pos de solucionar el problema. El fallo del Servicio de Salud, dejaba sin efecto la posibilidad de la compañía de construir el tranque de relave, ya que uno de los permisos sectoriales catalogados por la Ley Ambiental como requisito quedaba sin efecto, debiendo primero ingresar al SEIA, presentado bajo este nuevo panorama, un «Estudio de Impacto Ambiental», incorporando en él la variable poblacional en su análisis y conclusiones, elemento fundamental en la planificación y construcción de este tipo de obras.

---

<sup>15</sup> Diario «El Observador», Viernes 23 de mayo de 1997. Quillota V Región

<sup>16</sup> Idem.

<sup>17</sup> Carta Ord. N° 931, Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota, 22 de julio de 1997, Viña del Mar.

<sup>18</sup> Idem.



El proyecto Los Maquis de la empresa Minera Las Cenizas, quedaba condicionada a la elaboración de este estudio, por lo cual sus intenciones de construir este nuevo relave se esfumaban por el momento. Por otro lado las autoridades debieron dar la razón a la comunidad, en cuanto a la inseguridad que plantea un proyecto de esta envergadura, principalmente por las características de cercanía con la población.

Si bien la comunidad de Peñablanca hoy no se ve amenazada por la construcción de un tranque de relave, es importante e imprescindible que la autoridad ambiental y administrativa de la V Región fiscalice de manera imperiosa el funcionamiento del actual tranque de relave, que se ubica a unos cuantos metros del centro de la comuna de Cabildo, una vez que la misma compañía minera señalara que la vida útil de este tranque concluía el año 1998, pudiendo con esto obviamente cumplir con su rol de entidad previsoras y fiscalizadora, evitando con ello posibles catastrofes a corto plazo.

El proyecto Tranque Los Maquis al igual que muchas otras inversiones realizadas en el ámbito de la minería vienen a justificar su generación, en el contexto de darle «continuidad» al proceso productivo que muchas empresas mineras se han planteado como metas, sin embargo, es necesario señalar que en el contexto actual los niveles de producción de cobre mundial han ido creciendo a ritmos muchas veces desproporcionados generando así una «sobreproducción» de este metal, la cual por cierto es liderada desde Chile. En sí la pregunta que surge aquí es ¿se justifica la incertidumbre latente que este tipo de obras genera en una comunidad, cuando los requerimientos nacionales y mundiales son cada vez menores?

Pareciera ser que para el empresariado nacional y extranjero la respuesta es afirmativa, ya que tanto Codelco como las empresas privadas, siguen anunciando aumentos de producción, Codelco para contrarrestar la disminución del precio del cobre y las privadas para rentabilizar sus inversiones. Pareciera ser que la producción de cobre sigue respondiendo a una lógica empresarial y no nacional, en donde la falta de normativa adecuada en torno a la materia se separa cada día más de los intereses de todos, como lo señalara J.J. Rousseau «El interés colectivo no es la misma cosa que el interés de todos»

## II Parte

La incertidumbre generada en la comunidad de Peñablanca ante la futura instalación del tranque de relave, es una de las sensaciones que tiende a repetirse en las distintas actividades que engloban la actividad minera, más aun cuando sus faenas y procesos se sitúan en las cercanías de centros poblados, la que se agudiza al considerar la conformación geográfica del espacio nacional. Más de un fundamento encontramos al analizar la interrelación entre los riesgos naturales y la construcción de estas obras.

### Los Riesgos Naturales

Dentro de los estudios relacionados con los riesgos naturales asociados a la instalación de tranques de relave destacan los realizados por Gustavo Lagos y otros.<sup>19</sup> Uno de los estudios realizado por este profesional es el «Análisis de Normas de Abandono de Tranques de Relave»<sup>20</sup>, el cual tiene por objetivo principal, según sus autores, «proponer opciones debidamente analizadas, aplicables a una normativa chilena para el cierre de faenas mineras metálicas y específicamente, para el cierre de tranques de relave»

Dentro de los temas que interesan al desarrollo de este documento, es precisamente el relacionado con el tema de riesgos naturales, que inciden en forma directa en la inestabilidad de un suelo (Anexo I), proceso que es activado muchas veces por la posibilidad de ocurrencia de fenómenos naturales. Este tema es abordado por el estudio ya mencionado, de allí se ha extraído parte de los planteamientos, definiciones y características más importantes.

El diseño, construcción y operación de la faena minera y de las instalaciones en donde se disponen los desechos, está generalmente correlacionado con el nivel de riesgos naturales asociados a la ubicación de estas instalaciones y con el nivel de peligrosidad o agresividad química de los desechos almacenados. entre los riesgos naturales se destaca: el **riesgo sísmico** y los **riesgos hidrológicos**.

### El Riesgo Sísmico:

La actividad sísmica es presencia latente en Chile, de allí que todo tipo de construcción ya sea minera u otra se encuentra expuesta a este tipo de riesgo. Las consecuencias que puede producir uno de estos sucesos en un

<sup>19</sup> Luke J. Danielson, Cristián Quinzio S., Patricia Gonzalez Z., Rodrigo Ropert y Marcelo Andía K.

<sup>20</sup> Informe Final: «Análisis de Normas de Abandono de Tranques de Relave», DICTUC S.A. Enero de 1998.



sitio de disposición de desechos como los tranques de relave, está íntimamente relacionada con la calidad del diseño y construcción de las instalaciones y las características del lugar de emplazamiento de éste.

«El lugar de emplazamiento de un tranque de relave y el tipo de relave a embalsar, sin duda representan una de las variables más importantes al momento de establecer el diseño»<sup>21</sup>

Los factores de mayor importancia al instante de evaluar el riesgo sísmico para los tranques de relave, corresponde a la estabilidad de los taludes o muros soportantes y el riesgo de licuefacción.

La proporción de agua contenida en los residuos almacenados, es considerado por estos autores como uno de los factores para cuantificar el riesgo de licuefacción:

«para el caso de los tranques de relave, la fracción de agua contenida es mayor en las instalaciones que se encuentran operativas. Una vez que un tranque de relaves deja de operar, y por lo tanto disminuye el ingreso de agua a su cubeta, comienza su proceso de secado, ya sea en forma natural o inducido. Este secado paulatino implica que la probabilidad que el tranque presente fenómenos de licuefacción comienza a disminuir en el tiempo (si es que ocurre un secado efectivo), lo que implica que el riesgo de falla del tranque también disminuye.»

En general los episodios de falla producto de fenómenos sísmicos están asociados al comportamiento de los desechos como un fluido viscoso y a su escurrimiento por gradiente hidráulico.

El colapso de los relaves tiene **impactos catastróficos al entrar en contacto con cursos de agua, actividad agrícola y principalmente con emplazamientos humanos al poner en riesgo la propia vida humana.** Es evidente señalar que la magnitud del daño generado estará necesariamente relacionado con el **«tamaño del tranque dañado y el lugar geográfico en donde éste se emplaza»**

### **El Riesgo Hidrológico**

El riesgo hidrológico esta referido principalmente al aumento de las Aguas Lluvias y a Crecidas de Ríos.

A continuación se destacan los principales impactos asociados al riesgo hidrológico planteados por los autores:

Arrastre de desechos y residuos por: crecidas de ríos, lluvias y avalanchas y aluviones

---

<sup>21</sup> Andía, Marcelo y Lagos, Gustavo. Revista Induambiente Especial de Minería N°20 Mayo - Junio 1996

- Arrastre de Desechos y Residuos por Lluvias

En el caso particular de los depósitos de residuos mineros la erosión que provoca la lluvia al impactar con la superficie desnuda de los depósitos, permite el arrastre hidráulico del material contenido, disminuyendo la estabilidad de las instalaciones y contaminando las aguas que reciben estos residuos... muchos de los muros de los tranques de relave son construidos a partir de los mismos relaves depositados, los cuales se someten a tratamiento de espesamiento y compactación, por lo que la composición química del muro suele ser idéntica a la de los relaves embalsados.

- Arrastre de Desechos y Residuos por Crecidas de Ríos

En general este tipo de impacto se correlaciona fuertemente con la ubicación de las instalaciones y las obras de control y prevención de crecidas que éste pudiera tener (por ejemplo terraplenes, forestación, canales de desvío, etc.). Cabe señalar que es muy común que los tranques de relaves sean construidos en quebradas o valles angostos, en los cuales se han realizado obras de desvío de los cursos de agua preexistentes. De esta manera episodios de lluvias excesivas pueden provocar una sobre demanda sobre los sistemas de control, los cuales podrían ver superada su capacidad de diseño y de esta manera someter a la instalación a una situación de riesgo.

- Arrastre de Desechos, Residuos u Otros Materiales por Avalanchas y Aluviones

Particularmente en la minería ubicada en la zona cordillerana existe una necesidad permanente de controlar los riesgos de avalanchas debido a que éstos ponen en peligro la seguridad del personal y la viabilidad de las operaciones.

Una vez cerrada la mina estas obras de control cesan, por lo que las instalaciones quedan expuestas al riesgo de avalancha. Los efectos que pueden generar este tipo de riesgos corresponden al arrastre de desechos hacia los cauces de agua que evacúan estas zonas. De acuerdo con las condiciones de cada lugar, se puede esperar que en algunos casos este riesgo se pueda traducir en un importante arrastre de materiales sólidos hacia ciudades o cuerpos de agua superficial ubicados aguas abajo de las instalaciones.



### **Acidificación de Aguas**

El drenaje de aguas ácidas a partir de faenas mineras es un efecto que se produce cuando se conjugan cuatro factores.

- 1.- la existencia de todo tipo de agua,
- 2.- que dicha agua entre en contacto con roca o material que ha sido removido de la mina y almacenado en botaderos, material que ha sido tratado (relaves, rípios de lixiviación) y almacenado o depositado entre otros,
- 3.- que la roca o material que entra en contacto con el agua, y en presencia de oxígeno, debe tener una composición tal que al producirse dicho contacto se produce una reacción química de oxidación que genera ácido, y
- 4.- la existencia de microorganismos, junto a la disponibilidad de dióxido de carbono, nutrientes y la presencia de elementos traza, que permiten el desarrollo de dichos microorganismos y su intervención catalizadora en el proceso de oxidación.

La cantidad de generación de aguas ácidas está determinada por la superficie de contacto entre al roca o mineral, y el agua.

Las consecuencias del drenaje de aguas ácidas de minas son variados: se solubilizan parte de los metales contenidos en los materiales lavados, y dichos metales son transportados por las aguas hasta zonas agrícolas, fuentes de agua potable, o los sedimentos de ríos y/o el mar; la existencia de aguas ácidas con contenido metálico puede eliminar, dañar o alterar el hábitat de los cursos de agua superficiales; las aguas ácidas de mina pueden percolar hasta las napas subterráneas, alterando su composición; las aguas ácidas pueden dañar instalaciones de infraestructura tales como conductos de alcantarillado, rellenos sanitarios, fundaciones, etc.

### **Solubilización de metales**

La solubilización de metales ocurre cuando aguas, usualmente ácidas, entran en contacto con botaderos de rocas, minerales, con la roca viva de una explotación subterránea o de rajo abierto, con rípios, relaves, botaderos de escorias, etc., y se produce la disolución de los metales presentes.

Aguas ácidas de origen natural existen en ciertas regiones de la Cordillera de los Andes, ellas aumentan su contenido en metales cuando entran en contacto con botaderos de rocas y desechos de minerales, relaves, rípios, etc. Por ello la existencia de una faena minera en una zona con suelos ácidos no es indiferente al contenido de metales que se pueda transportar a otras regiones contiguas.

### **Arrastre de sedimentos**

Los sedimentos introducidos o arrastrados por las corrientes de agua se depositan finalmente en lagos, lagunas o el mar. Estos sedimentos pueden provenir de descargas de desechos mineros a las aguas, los cuales se suspenden en columnas de agua que posteriormente decantan a los fondos.

El volumen sedimentado transportado se relaciona al tamaño de la partícula y la velocidad de flujo del agua lo cual altera rápidamente las propiedades físicas de las corrientes. Por ejemplo, dentro de los sistemas acuáticos se encuentran niveles naturales, si estos se elevan sobre el nivel normal encontrado en la naturaleza puede provocar desequilibrios en la salud de los organismos acuáticos.

### **Contaminación de napas subterráneas**

La presencia de agua en minas subterráneas y de cielo abierto (rajo abierto) es un fenómeno generalizado en las explotación de faenas debido a que la profundidad de los piques, galerías, túneles y rajos, está muchas veces por bajo el nivel freático y también por el acceso de agua proveniente de las lluvias y de los deshielos.

Durante la explotación es preciso extraer el agua mediante bombeo para posibilitar la explotación, mejorar las condiciones de seguridad, evitar la percolación de dichas aguas y la consiguiente contaminación de aguas superficiales o subterráneas, y prevenir el posible derrumbe del terreno debido a reacciones químicas o físicas entre el agua y la roca expuesta por la explotación.

La tecnología más usada para resolver la acumulación de agua es el bombeo de ésta. Se utiliza el criterio que debe bombearse el 100% del agua que se acopia.



## Panorama Histórico

La contaminación del medio ambiente causada por el sector minero debe contarse entre las más dramáticas de Chile. El procesar los recursos naturales no renovables, y a su vez utilizar como insumos cantidades importantes de recurso escasos o peligrosos, tales como agua, energía, ácido sulfúrico, cianuro y otros, y el tener que ubicar en el medio los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de sus instalaciones, sin duda producirá trastornos importantes en el medio ambiente.

La realidad histórica de tales trastornos se encuentra ligada incluso desde la llegada de los conquistadores a América, es así como, «en la primera etapa de la conquista, la empresa europea se limitaba a una despiadada campaña destinada a extraer oro y plata lo más rápidamente posible. Esta búsqueda, al cabo de varias décadas, ofreció como resultado la extinción de la población indígena del Caribe.»<sup>22</sup>

La desenfrenada búsqueda de los minerales preciosos, no sólo estuvo centrada en el área insular, «una vez que la población indígena del Caribe se hubo extinguido, los colonos volvieron sus ojos hacia el continente para continuar con el saqueo»<sup>23</sup> Uno de los mayores abusos se realizó con «la explotación del Cerro Rico de Potosí, el cual cobro miles de muertes debido a las inhumanas condiciones de trabajo y los accidentes propios de la minería de socavón»<sup>24</sup>

Antecedentes como estos encabezan una larga lista de desastres y en lo que respecta al panorama nacional la realidad no dista mucho de la ocurrida en el resto del continente.

Una de las fallas más importantes y a su vez una de las más antiguas registradas, fue la ocurrida en 1916, en la cuarta región, donde se derramaron cerca de 270.000 toneladas de relaves al cauce del río Cachapoal, afectando alrededor de 100.000 hectáreas de campos y provocando pérdidas por cerca de 400 millones de pesos de la época.

En la década de los '60 se sucita la más grande de las catástrofes mineras, ocurridas en el país. A raíz del sismo del 28 de marzo de 1965, los tranques El Cobre 1, 2 y 3 en la IV Región, derramaban cerca de 1,5 millones de m<sup>3</sup> de relaves licuados sepultando trágicamente al pueblo de El Cobre.

---

<sup>22</sup> Dore, Elizabeth «Una Interpretación Socio-Ecológica de la Historia Minera Latinoamericana», Ecología Política N°49

<sup>23</sup> Dore, op.cit.

<sup>24</sup> Padilla, César. «Los Riesgos de la Actividad Minera».. OLCA, Enero de 1997.

Según cifras oficiales entregadas por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) luego de la aprobación del D.S. N°86 y desde 1971 a 1996, se han reportado unos once casos de episodios de falla total o colapso de tranques de relave producto de actividades sísmicas.

Sin ir demasiado lejos, nos encontramos con la conmoción que provocó en la comuna de Petorca (V Región), la rotura de un tranque de relave en el sector Chimba Sur de La Polcura a raíz de un fuerte sismo la madrugada del 08 de Septiembre de 1996, que azotó la zona central, el cual milagrosamente no causó pérdidas humanas, generando sí daños materiales y ambientales de consideración en tierras agrícolas<sup>25</sup>

El evento sísmico no es la única causal que ha comprometido la estabilidad de los procesos mineros y por ende la del medio ambiente, sucesos tales como fallas técnicas y en muchos casos la inescrupulosa acción del hombre a provocado daños irreparables en la naturaleza.

«El caso de los lugareños de la Bahía de Chañaral, quienes, en 1989, demandaron judicialmente a Codelco-División El Salvador por el vertimiento de sus relaves al cauce del río Salado. El vertimiento de los relaves de esta mina provocó el embancamiento de la bahía de Chañaral y la desaparición de actividades económicas, pesqueras y turísticas»<sup>26</sup>

Otra de las demandas interpuestas fue la que presentaron los ciudadanos del Arrayán contra la Compañía Minera Disputada debido al riesgo presentado por el eventual colapso del tranque de relaves Pérez Caldera, en este conflicto se acordó evacuar el tranque después de un acuerdo realizado fuera de las Cortes, el que se mantuvo en silencio con el fin de no incentivar la presentación de otras demandas.

Incidentes catalogados con la etiqueta de «menores» fueron los ocurridos en Los Andes (V Región), el 3 de enero de 1996, a raíz de un derrame de relaves de cobre de la Minera Andina, contaminando las aguas de los ríos Juncal y Blanco, ambos afluentes del río Aconcagua; y Tierra Amarilla (en la Región de Atacama), el 14 de Octubre de 1996, donde la rotura en la cañería que conecta a la mina Ojos del Salado hasta el tranque N°8 localizado en Ojancos Viejos, causó la filtración de 100 metros cúbicos de relaves, cubriendo con ello suelos agrícolas y aguas para riego del sector.

No se puede dejar de mencionar los episodios enunciados en el documento «Los Riesgos de la Actividad Minera»,<sup>27</sup> en donde a partir de 1997 se sucitó «un derrame de 13 mil litros de ácido sulfúrico desde las pilas de lixiviación que existen en la división El Abra en donde Codelco posee un 49 %, el cual fue reportado a las autoridades 11 días después de haberse producido el

<sup>25</sup> Semanario «El Observador», Viernes 13 de septiembre de 1996 Quillota, V Región.

<sup>26</sup> Andia, Marcelo y Lagos, Gustavo. Revista Induambiente Especial de Minería N°20 mayo - junio 1996

<sup>27</sup> Padilla, César. «Los Riesgos de la Actividad Minera». OLCA, Enero de 1997.



accidentes» y «la ruptura en mas de una oportunidad del mineroducto de Escondida con el consecuente derrame de concentrados de cobre, junto a metales pesados».

Esta reducida panorámica marca la creciente tendencia, principalmente dentro de las comunidades que se han visto involucradas (directa e indirectamente) a sentirse inseguras cuando se encuentran cercanas a este tipo de construcciones.

Debido a que «la seguridad es una necesidad básica para el ser humano, para su tranquilidad. Para vivir nuestra cotidianeidad necesitamos sentirnos seguros. Esto es igual para cualquier ser humano del mundo.»<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> San Martín S., Pablo. «Conflictos Ambientales en Chile» OLCA. Primavera de 1997.

## La Legislación Vigente

Como ya es sabido por todos a través de distintas documentaciones, el sector minero es uno de los más importantes dentro de la economía nacional. Es el principal sector en exportaciones y constituye una parte significativa de la inversión nacional y extranjera que se desarrolla en el país. Sin embargo, es el que más ha causado daño ambiental, contaminando los elementos esenciales de la vida, como son el aire, el agua y los suelos.

La legislación más importante que gira en torno a los tranques de relaves, son principalmente el DS N° 86 y la Ley de Bases del Medio Ambiente, las cuales dentro de este documento presentaran sus principales características.

### El D.S N° 86

La explotación de un yacimiento minero implica necesariamente la remoción, transporte y almacenamiento de material de eliminación que se produce tanto a nivel de la faena -conocidos como desmontes-, depósitos de estériles, rípios de plantas hidrometalúrgicas, escorias de fundición, etc., como a nivel de la planta de procesamiento, ya sea en la forma de rípios de lixiviación o relaves de la etapa de concentración.

Los «tranques de relaves» son una parte no despreciable de proyectos que son presentados dentro del sector minero. El tamaño y volumen de estos proyectos, hace necesario estudios rigurosos que aseguren condiciones de seguridad principalmente si estos son emplazados cerca de localidades pobladas. En la actualidad la única normativa jurídica es el reglamento que vela por su construcción y operación, dictado mediante **Decreto Supremo N° 86: «Reglamento de Construcción y Operación de Tranques de Relaves»**

El decreto fue aprobado el 31 de Julio de 1970 y publicado en el Diario Oficial del 13 de Agosto de 1970. La estructura del Reglamento es la siguiente: Se compone de 50 artículos, agrupados en siete títulos, que tratan las siguientes materias:

- I Definiciones Básicas
- II Provisiones Generales
- III Mantención y operación
- IV Trabajos de Emergencia
- V Normas de Proyecto y Construcción
- VI Campo de Aplicación
- VII Sanciones



Dentro del primer título es importante destacar las definiciones básicas que allí se señalan para poder formarnos una idea, de qué son los «tranques de relaves».

«Relave, significa suspensión de sólidos en líquidos que se desechan en las plantas de concentración húmedas de especies minerales y estériles que han experimentado una o varias etapas en el circuito de molienda finas.»<sup>29</sup>

Y el «tranque de relaves, significa disposición de almacenamiento de los relaves que cumplen la función de ubicar la fracción sólida en una estructura estable y disponer, a la vez, de la suspensión parcial de sólidos en líquidos y de una fracción líquida capaces de mantenerse en condiciones seguras respecto a eventuales rebalses u otras perturbaciones.»<sup>30</sup>

Dentro de las provisiones generales del título segundo, el artículo 23 dispone que es función privativa del Servicio de minas del Estado la supervigilancia de los proyectos de tranques de relaves y explotación o empleo. Actualmente la institución que cumple ese rol es el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)<sup>31</sup>

Por otro lado el artículo N°27 del título tercero, establece los contenidos de los informes que deben presentarse al Director en casos calificados, entregándolos periódicamente al Servicio.

El agua, elemento vital para la existencia es uno de los considerados por la normativa y en el artículo N°36 del título quinto. Se exige que las aguas que escurran deben ser desviadas, mediante obras civiles y la justificación de su dimensionamiento.

Otro de los artículos importantes de destacar dentro de las normas del proyecto y las características de la construcción, es su artículo N°38 en donde se define el «Factor de Seguridad» (FS), el cual mide la capacidad de un talud para resistir la falla contra el deslizamiento del tranque de relaves.

El FS es la relación entre las fuerzas que se oponen al deslizamiento y las que lo ayudan, cualquiera sea el método que se aplique para el estudio de estabilidad del talud del tranque de relaves, este factor debe ser superior a el valor «1,2».(Anexo II)

De los artículos que guardan relación con los permisos requeridos por la autoridad, para la construcción de los tranques de relave encontramos los art. 40, 44 y 47 en donde solo se podrán iniciar las obras con la aprobación

<sup>29</sup> D.S. N°86 Art.1 Diario Oficial del 13 de agosto de 1970.

<sup>30</sup> D.S. N°86 Art.2 Diario Oficial del 13 de agosto de 1970.

<sup>31</sup> El SERNAGEOMIN es un organismo público descentralizado, que fue creado en el año 1980, mediante el D.L. n°3525 (Ley Organica del Servicio). En el momento de su creación, se fusionan el Instituto de Investigaciones Geológicas (1958) y el Servicio de Minas del Estado (1960). Es importante destacar este hecho, ya que la creación del SERNAGEOMIN obedece a la idea y la necesidad, de contar con una sola institución técnica en materias relacionadas con la geología y la minería chilena.

previa de una solicitud de anteproyecto aprobado provisionalmente por el Director.

Se hace obligatorio mencionar las desventajas que presenta esta normativa, postuladas por Gustavo Lagos a través del artículo publicado en la revista «Induambiente» N°20 de 1996, destacándose:

1. la normativa como instrumento geomecánico, presenta debilidades en la utilización de fórmulas simplificadas, en donde algunos de los parámetros utilizados en ellas son de difícil medición en la práctica, son fórmulas anticuadas y que datan desde la fecha de aprobación del reglamento. No es obligación la utilización de equipos (instrumentos de control) considerando la tecnología de punta que existe en la actualidad,
2. existe una necesidad de rediseñar por un lado la normativa respecto a los parámetros físicos de las instalaciones y la forma de como se lleva a cabo la fiscalización del cumplimiento de la norma (incentivando el autocontrol por parte del operario del tranque),
3. el coeficiente sísmico depende del número de habitantes, parámetro que es de estimación subjetiva considerando que el riesgo de escurrimiento del tranque puede producirse sólo al final de su vida útil, despreciando la posibilidad de que pueda fallar durante su etapa de operación,
4. la distancia peligrosa «D», no considera los efectos amplificadores o reductores que tiene la topografía del terreno (modelamiento de la superficie) sobre el alcance de los flujos de relave,
5. considera despreciables los potenciales afectados que se podrían producir de manera indirecta, a causa de la contaminación provocada por el derrame de los relaves licuados, como los impactos a cursos de aguas,
6. ignora las características de sismicidad particular de cada zona donde se ubica el tranque, asumiendo que todas las áreas en Chile presentan el mismo riesgo,
7. No incluye los fenómenos «no» sísmicos, como las lluvias, las crecidas de ríos entre otros, y por último,
8. no hace distinción alguna sobre las características físicas y químicas del material almacenado.

La situación relacionada con la legislación sobre tranques de relaves, al igual que en otros ámbitos de la actividad minera, requirieren de una urgente discusión y modificación. Alguno de los aspectos considerados para tal efecto son<sup>32</sup>:

---

<sup>32</sup> Padilla, César. «Los Riesgos de la Actividad Minera». OLCA, Enero de 1997.



- Término de la vigencia del Decreto Supremo N° 86
- Creación de una ventana única para los procedimientos a través de la creación de una comisión interministerial
- Mejoramiento de los procedimientos para la construcción obtención de permisos para operar tranques de relave
- Creación de nuevos procedimientos antes del abandono de los tranques de relave para casos de emergencia
- Dejar la supervisión final y la supervisión de los permisos para tranques de relave en la persona del director de Sernageomin
- Incluir una metodología muy general para evaluar el impacto de los efluentes sólidos y líquidos. Clarificar además procedimientos para obtener permisos para la disposición de esos efluentes.

### **Ley del Medio Ambiente (Ley 19.300)**

Muchas de «las empresas mineras, no solo se han instalado y funcionado sin ningún tipo de consideraciones ecológicas, sino también han transgredido las normas ambientales existentes en la legislación»<sup>33</sup>. El mencionar los principales rasgos de la legislación ambiental, se hace necesario a raíz de tal situación.

La ley 19.300 estableció el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el que es administrado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). «Es uno de los instrumentos esenciales de regulación directa, resaltando especialmente su carácter preventivo. El SEIA establece que proyectos requieren una evaluación de sus efectos ambientales, la forma en que se presentarán sus antecedentes y el procedimiento de calificación a que se someterán»<sup>34</sup>

El SEIA es regido por un Directorio en que participan la mayoría de los Ministros de Estado, en reconocimiento de que los problemas ambientales atañen a todos los ámbitos de la sociedad. Por consiguiente, CONAMA no controla por sí misma todos los aspectos ambientales, dejando esta función con ministerios que se han «preocupado» de este tema.

Actualmente la ley indica qué proyectos deben someterse al sistema. Para ello deben presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y aquellos

<sup>33</sup> Rozas, María Elena. «Pirque o el Campo Minado» Serie de Estudios de Conflictos Año 1994 N°5 OLCA.

<sup>34</sup> Ibacache, Ana María y García, Sergio «El sistema de evaluación de Impacto Ambiental y su impacto en la minería. Reflexiones y Propuestas» 5° Encuentro CIPMA 1996.

proyectos que tienen «impactos ambientales menores», no contemplados en el artículo 11 de la Ley de Bases, una Declaración de Impacto Ambiental (DIA)<sup>35</sup>.

Los términos de referencia del estudio están fijados en el Reglamento. Hoy cada región ha ido creando una legislación sobre los «términos» que son aceptable a las condiciones locales. La Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) es el órgano que realiza el análisis, tramitación y aceptación o rechazo de los EIA a nivel regional. A partir de allí, si el EIA es aprobado por el organismo regional, todos los permisos sectoriales de carácter ambiental deben ser otorgados, estableciendo un sistema de una sola ventanilla.

Esta breve presentación da pie para señalar que son precisamente proyectos o actividades susceptibles de causar impacto en cualesquiera de sus fases, los que deben ingresar al sistema, y de allí que la ley lo señale en su Art. N° 10. Indicado en su letra i) lo siguiente:

«i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba y greda.»

«El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por D.S. N°30/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, y publicado en el Diario Oficial el 03.04.97, es de gran relevancia para la actividad minera. En efecto su finalidad principal es dar vigencia al SEIA previsto en la Ley..., cuyo art. 1° transitorio lo condicionó a la publicación del reglamento pertinente.... En dicho reglamento se especifican los proyectos sometidos al sistema enunciados en la Ley.<sup>36</sup>»

El reglamento también expone los permisos ambientales de carácter sectorial<sup>37</sup> cuyo otorgamiento se encuentra incorporado a la operación del Sistema. Algunos permisos indispensables para el sector minero y principalmente para los tranques de relaves son:

- |         |   |
|---------|---|
| Art. 78 | Art.63 del D.F.L. 1.122/81. Código de Aguas             |
| Art. 82 | Art.47 del D.S. N°86/70                                 |
| Art. 83 | Art.17 N°1,2 y 6 de la Ley N° 18.248. Código de Minería |
| Art. 87 | Art. 11 de la Ley N°11.402                              |
| Art. 91 | Art.71 letra b) del D.F.L. 725/67, Código Sanitario.    |

<sup>35</sup> La DIA es un informe realizado por la compañía y presentado a la autoridad sin necesidad de pasar por el procedimiento de evaluación y aceptación de un EIA. En sí las DIA son un instrumento autoregulatorio.

<sup>36</sup> Verdugo Ramírez de Arellano, Ignacio. «Legislación Ambiental en la Ambito de la Minería» OLCA Santiago de Chile. Marzo de 1998.

<sup>37</sup> Decreto N° 30 «Reglamento del SEIA.» Diario Oficial Jueves 3 de abril de 1997.



**Art. 93      Art.74 del D.F.L. 725/67, Código Sanitario**

Dentro de las reflexiones y propuestas emitidas en relación a la legislación ambiental referente al sector minero se enuncian una serie de «Debilidades», planteadas por expertos en la materia, y que deberían formar parte de la discusión para mejorar la actual legislación:

- Definición amplia y ambigua de qué ingresa al Sistema.
- No se reconoce la importancia de las DIAs.
- No supera la grave inconsistencia que presenta la ley en las letras (a) y (b) del art. 11 de la Ley de Bases del Medio Ambiente.
- No logra racionalizar la gran cantidad de permisos ambientales que otorgan las distintas reparticiones públicas.
- Se debe aclarar la relación entre las normas de calidad ambiental chilenas y las normas de referencia.
- Poca claridad en conceptos medidas de compensación y mitigación.
- La falta de mecanismos explícitos para definir los términos de referencia para los EIA.
- Mecanismos insuficientes para la participación del público y la comunidad en el desarrollo de un EIA.
- Incorporación del Ordenamiento Territorial como un instrumento de gestión ambiental propio e independiente del SEIA
- Creación de auditorías ambientales.

## Anexo I

### La inestabilidad de un suelo

La estabilidad de un suelo (más propiamente, de los materiales que constituyen o cubren una pendiente: roca, suelo, nieve) es una cualidad que expresa su mayor o menor tendencia a permanecer in situ. A esta cualidad se suele aludir por su opuesta: la inestabilidad, definida como tendencia al desplazamiento pendiente abajo o como grado de susceptibilidad al movimiento. Cuando la referencia es al movimiento (rotura de una masa de terreno sometida a esfuerzos superiores a su resistencia al corte) puede considerarse como un proceso:

«Un movimiento en masa es un conjunto de procesos por los cuales los materiales terrestres, en ocasiones previamente afectados por procesos de alteración, se mueven por la acción de la gravedad»<sup>38</sup>

«Se desplaza una mayor cantidad de material y a una mayor velocidad en las vertientes empinadas que en las suaves, puesto que ha mayor inclinación de las vertientes más se acerca la dirección del movimiento a la línea vertical de máxima fuerza de la gravedad. En las pendientes muy pronunciadas incluso los mayores lechos de roca pueden quedar sueltos bajo condiciones favorables y precipitarse con consecuencias catastróficas».<sup>39</sup>

La persistencia y presencia en todas las vertientes, excepto en las de poco desnivel de los movimientos en masas, convierten a éste en un factor tan importante de degradación como la erosión fluvial. Convirtiéndose en el sistema más efectivo para desgastar los interfluvios<sup>40</sup> que, generalmente, están lejos del alcance de la erosión fluvial. Sin embargo, el desprendimiento y la caída empiezan tan sólo, cuando la resistencia al desplazamiento ha sido vencida.

A diferencia de la erosión, en este proceso no actúa un agente de transporte (agua, hielo, viento); sin embargo, el agua se encuentra íntimamente asociada a él al ayudar al flujo descendente una vez iniciado el movimiento. Lo mismo se puede decir del hielo y la nieve, ya que incrementan el peso o la masa de los materiales.

---

<sup>38</sup> Terrain analysis. Way, D.S. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, 1973.

<sup>39</sup> Curso de Geografía Física. C.P. Patton, C.S. Alexander y F.L. Kramer. Vicens Universidad Barcelona España 1983.

<sup>40</sup> Áreas de mayor altura que se encuentran entre corrientes de agua a manera de vertientes locales y que van reduciéndose por obra de la erosión.



La importancia de la estabilidad es grande en los estudios del medio físico: los riesgos de desprendimiento y movimientos de masas imponen fuertes limitaciones al desarrollo de las actividades constructivas y a la asignación de usos al suelo

La combinación de muchos factores generan este tipo de movimientos, no obstante, en esencia suelen operar dos fuerzas fundamentales: el esfuerzo cortante que tiende a producir el deslizamiento y la resistencia al corte que se opone a aquél. La estabilidad del suelo depende del equilibrio entre ambas fuerzas.

Las causas y condiciones que pueden inducir movimientos de masa según algunos autores se pueden presentar de la siguiente manera:

#### **Causas inmediatas de movimientos de masa (SHENG, 1966)**

- Concentración de aguas de lluvia.
- Escurrimientos.
- Descalces o desmontes por las corrientes de agua.
- Excavaciones artificiales (canteras, carreteras, ferrocarriles, etc).
- Cultivos en pendiente.
- Proceso «geológico».
- Combinaciones de las causas anteriores.

#### **Condiciones que inducen susceptibilidad al movimiento en masa (WAY, 1973)**

- Suelos arcillosos, cohesivos y saturados de agua.
- Suelos sueltos con estructura particular y baja resistencia al corte.
- Rocas sedimentarias alternadas con estratos paralelos a la pendiente de las laderas.
- Rocas ígneas o metamórficas muy alteradas o descompuestas.
- Existencia de fallas o fracturas paralelas o interceptando las pendientes.
- Materiales intercalados o alternantes de diferente resistencia o permeabilidad.
- Existencia de fuerte escorrentía a lo largo de las laderas.
- Suelos de coluvión.
- Existencia de alternancias rápidas en el nivel de las capas freáticas.

### Factores que determinan el grado de estabilidad de los suelos (DUNNE y LEOPOLD, 1978)

- a.- Factores que controlan las fuerzas que impulsan al deslizamiento o desprendimiento pendiente abajo.
- *Grado de pendiente.*
  - *Acentuación de la pendiente por inclinaciones tectónicas.*
  - *Socavación o desmonte de la pendiente por procesos geomórficos o por actividades humanas.*
  - *Aparición o colocación de cargas en la parte superior de las laderas.*
  - *«Stress» a corto plazo generado por terremotos*
- b.- Factores que controlan la resistencia al corte de los materiales que forman la ladera:
- *Naturaleza de los materiales geológicos.*
  - *Cambios de la presión del agua en los poros del material de la ladera*
  - *Vibraciones debidas a movimientos sísmicos, que pueden reducir la resistencia a la cortadura de materiales debidamente cementados (arena o limos, por ejemplo).*
  - *Efectos debidos a las raíces de los árboles, que pueden incrementar la cohesión de los suelos; esta cohesión se pierde cuando estas mueren o se pudren (talas, incendios, etc).*

### Factores que contribuyen a aumentar el esfuerzo cortante o a disminuir la resistencia al corte (MARSH, 1978)

- a.- Factores que contribuyen a un esfuerzo cortante elevado:
- *Remoción del soporte, lateral o subyacente.*
  - *Desmontes por la acción de ríos o corrientes.*
  - *Acciones humanas (movimientos de tierras, excavaciones, minas, etc.)*
  - *Alteración de estratos débiles en el pie de las pendientes*
  - *Remoción de materiales granulares por erosión, etc.*
  - *Aumento de las cargas en la pendiente (por agentes naturales como paso de nieve, hielo, agua de lluvias, derrubios de rocas... y por acciones humanas como construcciones de taludes, edificaciones, escombros)*
  - *Movimientos sísmicos y vibraciones (terremotos, tráfico pesado, actividad minera, inclinación o declive naturales a nivel regional)*



b.- Factores que contribuyen a una resistencia al corte baja:

- *Estado inicial de los materiales.*
- *Suelos movidos artificialmente, tales como terraplenes y desmontes*
- *Alteración del suelo y del lecho rocoso como resultado de su aprovechamiento para materiales constructivos y en la pérdida de materiales cementantes.*
- *Cambios de la presión entre las partículas del suelo, debido a incrementos del contenido en agua.*
- *Acciones sobre la vegetación natural.*
- *Movimientos sísmicos.*

### **Los principales tipos de movimientos de masas**

El material se desplaza cuesta abajo cayendo y rodando mediante el deslizamiento o en una forma fluida, o gracias a una combinación de cualquiera de las tres. Se describen a continuación los principales tipos de movimientos en masas y sus características más importantes:

#### **Soliflujión**

Proceso muy lento de movimiento en masa por el que el suelo se desliza casi imperceptiblemente. Se produce cuando un elevado contenido de hielo o agua incrementa la carga del suelo, reduce la tensión capilar y disminuye la resistencia al corte produciéndose un movimiento por gravedad, bien del suelo, o bien de los derrubios de roca.

#### **Reptación o Creeping**

Movimiento descendente extremadamente lento del suelo o del manto dentrítico. Es activo en la mayoría de las pendientes cubiertas por un suelo, incluso en declives cuyo desnivel es tan suave como el de 5°. Es resultado de cambios de volumen debidos a la alternancia de secarse y humedecerse, calentarse y enfriarse o congelarse y descongelarse. Las partículas del suelo son levantadas en ángulo recto respecto a la pendiente cuando se congelan y caen verticalmente cuando se funden. Esto origina un transporte adicional y gradual cuesta abajo del material de la superficie.

### **Se pone en evidencia de muchas formas:**

- Rocas estratificadas con los bordes inclinados hacia abajo.
- Vallas y postes telefónicos inclinados hacia la vertiente e incluso desalineados.
- Muros de contención inclinados y rotos.

### **Coladas de barro**

Corrientes de barro fluido que se deslizan por los cañones de las regiones montañosas carentes de vegetación. La viscosidad del material puede hacer el flujo de extremadamente fluido, similar a un agua embarrada, a extremadamente espeso, generalmente al final de su recorrido.

Las violentas tormentas originan agua mucho más rápidamente de lo que puede ser absorbida por el suelo. Al descender ésta por las laderas se forma un barro fluido que se desliza hasta el fondo del valle o cañón, donde continúa deslizándose por el cauce de las corrientes hasta que el barro se hace tan espeso que queda detenido.

### **Hundimientos**

Es el más frecuente de los procesos de deslizamiento en los movimientos de masa; ocurren cuando la masa del material sobre una ladera se incrementa hasta que se excede la capacidad portante de la parte baja de la pendiente.

El hundimiento tiene tendencia a producir un movimiento rotacional en el que los materiales se mueven hacia abajo mientras retroceden girando. Si los materiales del pie de la pendiente comienzan a fluir durante el hundimiento aquéllos se clasifican como flujo de derrubios.

### **Caída de rocas y formación de taludes o conos de derrubios.**

Es el más rápido de todos los procesos de movimientos de masas: caída libre o rodadura de masas individuales de roca desde acantilados o riscos escarpados. Los fragmentos que caen pueden ser del tamaño de arenas hasta de tamaños enormes, dependiendo del modo de fractura y del tipo de formación del que provienen.

### **Avalanchas o aludes**

Es el más temido de los movimientos en masa y uno de los más rápidos, alcanzando velocidades hasta de 160 Km./hora. La mayoría de las avalanchas



consisten en caídas de grandes cantidades de nieve, hielo o roca por pendientes fuertes cuando se ha acumulado una excesiva cantidad de materiales. El movimiento se acelera por la inclusión de aire y agua que disminuyen los rozamientos internos entre las partículas de la masa.

### Deslizamientos

Rápidos movimientos de grandes masas de tierra y rocas, localizadas in situ, con un flujo pequeño o nulo de materiales arrastrados en las primeras etapas. El movimiento se realiza según un plano superficial, resbalando la masa rocosa sobre un plano inclinado (falla o estrato).

### Desprendimiento de tierras

En regiones de clima húmedo, si las pendientes son muy fuertes, pueden deslizarse por ellas, en pocas horas, grandes masas de suelo, manto o lecho rocoso, empapados de agua. El material se desploma desde la parte superior, originando terrazas en forma de escalones, limitadas por escarpes arqueados.

Si el sustrato rocoso es rico en arcilla, el desprendimiento afecta a veces a millones de toneladas de masa, que se deslizan plásticamente a modo de grandes masas de barro espeso

Como resumen de la clasificación, los distintos movimientos definidos se estructuran, en función de su rapidez y del contenido de agua o hielo, de la siguiente forma:

Imperceptible...	Con incremento del contenido de hielo	roca o suelo	Con incremento del contenido de agua
	Soliflucción (1 mm. por día)	Reptación	Soliflucción (1 mm. por día)
Lento a rápido...	Avalanchas o aludes (30 m. por hora)	Hundimientos. Deslizamiento de derrubios. Deslizamiento de rocas  Caída de rocas	Desprendimientos  Avalanchas o aludes (30 m. por hora)

## Anexo II

El factor de seguridad FS esta determinado por la fórmula:

$$F.S = \frac{1 - a \operatorname{tang} \beta}{a + \operatorname{tang} \beta} * \operatorname{tang} \phi \frac{\delta_s - \delta_w}{\delta_s}$$

siendo,

- $a$  = coeficiente sísmico
- $\beta$  = ángulo del máximo del talud externo con la horizontal
- $\delta_s$  = densidad saturada del macizo
- $\phi$  = ángulo de fricción interna
- $\delta_w$  = densidad del agua

el coeficiente sísmico es definido por la fórmula:

$$a = 0,05 \log (100 + h)$$

el valor mínimo del coeficiente sísmico será  $a = 0.1$ ,

Donde «h» es el número de habitantes de la zona que haya al final de la vida útil del tranque de relaves y comprendidos dentro de la distancia peligrosa definida como «D» en el artículo N° 45 del Reglamento y que se determina principalmente en función de la cantidad de arenas y lamas que se contenga y que sean susceptibles de liquefacción por sismos.

**El factor de seguridad, en consecuencia:**

«al disminuir el coeficiente sísmico aumentara el factor de seguridad, es decir, será mayor el FS cuanto menor sea la cantidad de población h en la zona peligrosa»

«de igual forma este factor aumentará al disminuir el ángulo del talud  $\beta$  respecto a la horizontal.»

«que el macizo del relave se mantenga seco, producto del adecuado drenaje, aumenta el factor de seguridad, en atención a que el valor de la densidad saturada será mayor, con lo cual la relación de densidades



$\frac{\delta s - \delta w}{\delta s}$  que indica la formula usada para determinar «FS» aumentara»

«El ángulo de fricción  $\phi$ , esta determinado por el grado de compactación del macizo, lo que significa que a mayor calidad de la construcción del talud, el factor de seguridad aumentará.»