

8

capítulo



Relaves



1. MINERÍA Y RELAVES

El mineral de interés corresponde a una fracción muy reducida de las matrices rocosas (menos del 1%). El extraer esta fracción y desechar la mayor parte de la roca conlleva la generación de grandes volúmenes de residuos, lo anterior es una consecuencia inevitable de la explotación de recursos mineros. No hay minería sin relaves, por lo que su debida gestión es fundamental para la industria.

El ICMM y sus empresas socias, la mayoría presentes en Chile y socias del Consejo Minero, están trabajando en una iniciativa a largo plazo que apunta a investigar e identificar métodos alternativos de recuperación de minerales que permitan reducir o eliminar significativamente la generación de relaves.

Chile es el tercer país que tiene una mayor cantidad de tranques de relaves en el mundo, después de China y Estados Unidos. A 2019 nuestro país tenía un total de 742 depósitos de relaves, de los cuales hay 104 activos. De estos 104 depósitos activos, 21 pertenecen a la gran minería.

2. SEGURIDAD DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES

La seguridad de los depósitos de relaves es crítica para la minería. Es por esto que la gran minería busca implementar los más altos estándares para velar por que los relaves sean depositados de manera segura y ambientalmente responsable.

Ninguna operación minera puede operar si no cuenta con un sitio adecuado para disponer sus residuos. Este sitio de disposición debe ser apto para la formación de un depósito estable y sustentable respecto al medio en que se inserta y considerando las fases de cierre y post cierre. Se somete a estudios, campañas de recolección de información de todo tipo, revisiones de las autoridades, etc.

La gran minería ha venido diseñando, con altos factores de seguridad, sus depósitos desde hace mucho tiempo. Las empresas mineras han focalizado esfuerzos en mejorar de manera sustantiva el control de riesgos en estas obras, reforzando su gobernanza, procedimientos y controles. A modo de ejemplo, en 2016 el ICMM emitió un Position Statement para

evitar fallas catastróficas, generando una mayor conciencia de los controles que se deben implementar. Además del cumplimiento de una estricta regulación nacional, las empresas mineras asociadas al ICMM se han comprometido a cumplir con un nuevo estándar global para la seguridad de los depósitos de relaves (Global Industry Standard on Tailings Management, GISTM, Agosto 2020). Más información al respecto en el punto 8.4.

Desde el ICMM, además, la industria minera está trabajando para fortalecer controles críticos para el diseño, operación y cierre de los depósitos de relaves.

Por otra parte, la principal amenaza para la seguridad de las personas la constituyen los tranques de relaves abandonados, los que no cuentan con medidas de seguridad idóneas. Para abordar este problema se discute en el Congreso un proyecto de ley de Pasivos Ambientales.



En **Chile**, hay una **estricta regulación** para el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, destacada a nivel mundial.

3. REGULACIÓN DE LOS DEPÓSITOS DE RELAVES

Los depósitos de relaves pueden tener un gran tamaño y su muro puede parecer amenazante, más aún ante casos de accidentes en que el muro ha cedido. En Chile, hay una estricta regulación para el diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, destacada a nivel mundial. El hecho de ser un país sísmico lo hace imprescindible.

El diseño, la construcción, la operación y el cierre de un depósito se ejecutan para asegurar su estabilidad en todos los aspectos estructurales, hidráulicos, químicos y ambientales, durante toda su existencia, y en todos los escenarios previsibles de cargas y solicitudes. Detrás de cada depósito de relaves hay un proyecto de ingeniería de gran envergadura, con especialistas, revisiones internas de las mineras y revisiones de la autoridad.

El cambio climático conlleva una gran sequía, y a su vez lluvias esporádicas pero muy intensas. Ante esto último la minería toma especiales resguardos en sus instalaciones, sobre todo en los tranques de relaves. El diseño y operación de los depósitos de relaves de las empresas mineras consideran los máximos eventos de precipitación probables. A la vez de tomar todas las medidas requeridas para evitar fallas, las empresas

han desarrollado planes de emergencia que permiten resguardar a las comunidades aledañas.

Se conocen tres formas de elevar los muros de los depósitos, pero en Chile sólo se permiten dos tipos: “Construcción Aguas Abajo” (el más seguro y más utilizado) y “Construcción de Eje Central”. **El método de “Construcción Aguas Arriba” está prohibido desde 1970.**

Este cambio en la regulación se estableció después de una tragedia que ocurrió en marzo de 1965, en la provincia de Quillota, donde después de un terremoto grado 7,4, el tranque “El Cobre” cedió, inundando con relaves el poblado del mismo nombre que estaba ubicado a sus pies. Se estima que hubo en torno a 250 muertos, además de daños ambientales. Este tranque estaba diseñado con la metodología Aguas Arriba.

Este hecho marcó significativamente a la minería en Chile, y se tradujo en la dictación del Reglamento sobre construcción y operación de los depósitos de relaves en 1970. Este reglamento fue posteriormente actualizado en 2006, refiriéndose ahora al diseño,

construcción, operación y el cierre de los depósitos de relaves.

❖ **Otros accidentes ocurridos posteriormente a 1965 están asociados principalmente a la pequeña y mediana minería, y a depósitos que no estaban debidamente cerrados.** Se destacan los ocurridos en 1985, después del sismo de 7,8 grados (Cerro Negro N°4 y Veta de Agua N°1, con diseño inadecuado y resultando en daño ambiental); en 2003 (Cerro Negro, con daño ambiental; el tranque no estaba en uso); y en 2010, después del sismo de 8,8 grados (Las Palmas, con el resultado de cuatro personas fallecidas y daños ambientales). El caso de Las Palmas era un tranque que no estaba operando y que no contaba con los refuerzos adecuados para el cierre.

4. MEDIDAS GLOBALES PARA EVITAR NUEVAS CATÁSTROFES

A nivel internacional, en los últimos años se han enfrentado tres catástrofes de relevancia vinculadas a depósitos de relaves. Estas catástrofes no debieran haber ocurrido, y en la minería, a nivel mundial, se están sacando lecciones y tomando las medidas correspondientes para asegurar que no vuelvan a ocurrir.



Las principales catástrofes vinculadas a depósitos de relaves ocurridas en los últimos años son las siguientes:

- ❖ Mount Polley, Canadá (4 de agosto, 2014): La falla del muro liberó los relaves al medio ambiente, particularmente a un lago cercano. Se estableció un panel independiente de investigación y revisión, el que concluyó que el muro cedió a partir de una falla en los cimientos, fundado principalmente en un error de diseño que no consideró debidamente las complejidades del sitio.
- ❖ Samarco, Brasil (5 de noviembre, 2015): 19 personas fallecieron, la mayoría en la propia mina y en la localidad de Bento Rodríguez, que fue cubierta por el relave, se afectó otras comunidades y se generó daño ambiental a lo largo de la cuenca del río Doce.
- ❖ Brumadinho, Brasil (25 de enero, 2019): A diciembre de 2019 se había confirmado el fallecimiento de 259 personas, habiendo 11 aún desaparecidas. La mayoría de las víctimas eran de la misma empresa minera. El gobierno emitió un decreto para prevenir desastres futuros y se ordenó dismantelar las represas mineras construidas con la misma técnica.

Ante las últimas catástrofes por fallas de depósitos de relaves, la industria minera mundial, convocada por el ICMM, inició un trabajo conjunto con Naciones Unidas (a través del PNUMA – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y una agrupación de inversionistas (PRI – Principles for Responsible Investment), con la finalidad de adoptar un estándar global para la seguridad de los depósitos de relaves. Para estos efectos, se convocó a inicios de 2019 un panel de expertos independientes que revisó las buenas prácticas de la minería y analizó las lecciones de las catástrofes ocurridas recientemente, entre otros aspectos. Después de un amplio proceso de consulta pública, el 5 de agosto de 2020 se publicó el **Estándar Global de Gestión de Relaves para la Industria Minera (GISTM por sus siglas en inglés)**¹¹⁸. Se trata del primer estándar global para la gestión segura de los relaves mineros, aplicable a las instalaciones de relaves existentes como futuras, con miras a evitar daños a las personas y al medio ambiente. El estándar viene a fortalecer las prácticas actuales de la industria minera mediante la integración de consideraciones sociales, ambientales, económicas y técnicas locales,

cubriendo todo el ciclo de vida de las instalaciones de relaves. Además, eleva la responsabilidad a los niveles organizacionales más altos, agrega nuevos requisitos para la supervisión independiente, y establece expectativas claras en torno a los requisitos de transparencia y divulgación globales, lo que significa un aporte a la comprensión por parte de los actores interesados.

Desde el ICMM, además, la industria minera ha desarrollado una guía para fortalecer los controles críticos para el diseño, operación y cierre de los depósitos de relaves. Otra línea de trabajo busca promover el desarrollo de tecnologías para eliminar la humedad de los relaves y fortalecer sus propiedades geomecánicas, haciéndolos más seguros.

118 https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_ES.pdf

5. MEDIDAS MÁS ALLÁ DE LO TÉCNICO

Los aprendizajes no son sólo técnicos sino también sociales, y desde el sector minero se están haciendo esfuerzos de manera permanente para mejorar la información disponible para la comunidad. Esto forma parte, además, de los requerimientos del estándar global (GISTM).

El Consejo Minero tiene una plataforma donde se publican datos de los depósitos de relaves de sus empresas socias, así como información complementaria de interés. Esta plataforma se actualiza anualmente.

Además de la **Plataforma de Relaves**, el Consejo Minero desarrolló una **guía con recomendaciones para abordar una adecuada gobernanza en materia de relaves**. Esta guía busca facilitar la implementación de un documento de posición del ICMM sobre la prevención de fallas

catastróficas de tranques de relaves. En dicho documento se establece un marco de gobernanza cuyo objetivo es gestionar elementos claves para mantener la integridad de los depósitos y minimizar el riesgo de fallas catastróficas. Los elementos clave son: (i) rendición de cuentas, responsabilidad y competencia; (ii) planificación y asignación de recursos; (iii) gestión de riesgos; (iv) gestión de cambios; (v) preparación y respuesta ante emergencias; (vi) revisión y verificación. Se cuenta también con una **Guía para la Elaboración de Manual de Preparación ante Emergencias para Depósitos de Relaves**.

Una iniciativa que destaca en Chile en materia de depósitos de relaves es el Programa Tranque¹¹⁹. Se trata de una iniciativa público privada, creada el año 2018, que busca contribuir a la operación segura y confiable de los depósitos de relaves, desarrollando herramientas para mejorar el monitoreo de la estabilidad física y el potencial impacto en las aguas circundantes, entregando información de calidad, confiable y oportuna a autoridades, compañías mineras y comunidades, mejorando así la comunicación entre las partes y la respuesta ante situaciones de emergencia.

El Consejo Minero desarrolló
una guía con recomendaciones
para abordar una adecuada
gobernanza en materia de
relaves.



Conceptos de interés e información de contexto

RELAVES



QUÉ SON LOS RELAVES

Los relaves son un residuo masivo que genera la minería al obtener el mineral de las rocas. Este residuo se genera específicamente en el proceso de concentración de minerales por flotación (es decir, está asociado a sulfuros de cobre).

- ✦ La minería extrae grandes cantidades de material (roca) del yacimiento, pero sólo una pequeña fracción corresponde al elemento de interés económico que se desea recuperar (menos del 1%).
- ✦ Una vez que la roca ha sido finamente molida y concentrada por procesos de flotación, se obtiene un material (el concentrado) con una concentración más alta de cobre (entre 20 y 30%), que se puede vender como concentrado o procesar hasta cobre metálico puro o cátodo.
- ✦ El resto del material es fundamentalmente roca molida, sustancias químicas y agua, muy pobre en cobre, y se denomina “relave”.
- ✦ El relave no es considerado un residuo peligroso.
 - El artículo 23 del Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos señala que los residuos masivos que provengan de las operaciones de extracción, beneficio o procesamiento de minerales, no serán considerados peligrosos. Menciona específicamente a los relaves.

- En todo caso, la autoridad sanitaria podrá, en casos calificados, requerir la caracterización de los residuos mineros masivos, y, toda vez que lo estime oportuno, podrá muestrear, analizar y caracterizar la peligrosidad de dichos residuos.

- Por su parte, el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, comprende la existencia de diferencias entre las denominaciones de peligrosidad que otorgan los países, reconociendo por otra parte que muchos residuos mineros, al ser masivos y encontrarse almacenados en grandes cantidades, requieren de un tratamiento especial.

TIPOS DE DEPÓSITOS DE RELAVES

Existen diversos tipos de depósitos de relaves, según la cantidad de agua que acompaña al relave (es decir, la densidad del relave), y según la forma de contener la depositación. El tipo de depósito a utilizar se debe evaluar caso a caso, no habiendo una solución única. Los principales tipos de depósitos de relaves son:

- Tranque de Relave: Depósito en el cual el muro es construido por la fracción más gruesa del relave, compactado, proveniente de un hidrociclón (operación que separa sólidos gruesos de sólidos más finos, mediante impulsión por flujo de agua).

La parte fina, denominada lama, se deposita en la cubeta del depósito.

- Embalse de relave: Es aquel depósito donde el muro de contención está construido de material de empréstito (tierra y rocas aledañas o estéril de la mina). También se llaman embalses de relaves aquellos depósitos ubicados en alguna depresión del terreno en que no se requiere construcción de un muro de contención.

- Relave Espesado: Depósitos en el que el relave es previamente sometido a un proceso de sedimentación (en un equipo denominado espesador), con el objetivo de retirar parte importante del agua contenida, la que puede ser re-utilizada para reducir el consumo hídrico de fuentes de agua limpia. Este tipo de depósitos requiere de equipos para espesar de gran tamaño y bombas especiales.

- Relave Filtrado: Es similar al espesado pero en que el material contiene aún menos agua, gracias al proceso de filtrado. Implica un alto consumo de energía.

- Relave en pasta: Corresponden a una mezcla de agua con sólido, que contiene abundantes partículas finas y bajo contenido de agua, de modo que la mezcla tenga una consistencia espesa, similar a una pulpa de alta densidad.

Conceptos de interés e información de contexto

PRINCIPALES TERREMOTOS EN CHILE DESDE 1965, EN ZONAS MINERAS

A continuación se indica año del terremoto, magnitud en grados Richter, y principales zonas de Chile, con presencia de la gran minería, donde tuvo impacto en las personas y/o material:

- 1985. 7,8 (dos minutos de duración). Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Coquimbo.
- 1995. 8. Región de Antofagasta.
- 1997. 7,1. Región de Coquimbo.
- 1998. 7,1. Región de Antofagasta.
- 2002. 6,6. Regiones desde Antofagasta hasta el Maule.
- 2005. 7,9. Regiones del Norte Grande, especialmente Tarapacá.
- 2007. 7,7. Regiones de Tarapacá y Antofagasta.
- 2008. 6,1. Arica, Pozo Almonte y Huara.
- 2009. 6,5. Costa entre Arica e Iquique.
- 2010. 8,8 (de casi 3 minutos). Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío y La Araucanía.
- 2014. 8,2. Regiones de Arica, Parinacota y Tarapacá.
- 2014. 7,6. Arica e Iquique.
- 2014. 6,1. Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.
- 2015. 6. Regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
- 2015. 8,4. Región de Coquimbo.

- 2017. 6,9. Región de Valparaíso.
- 2019. 6,7. Región de Coquimbo.

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN DEPÓSITOS DE RELAVES

La expresión del cambio climático en los depósitos de relaves tiene relación, principalmente, con asegurar que estén diseñados para **operar en forma segura en un contexto de aumento de los eventos extremos de precipitación**. Esto es relevante para evitar el riesgo sobre la infraestructura y la continuidad operacional, así como los potenciales impactos en las comunidades y medio ambiente.

Las proyecciones de cambio climático en algunas zonas del norte indican que los eventos hidrometeorológicos con precipitaciones van a ocurrir con una mayor intensidad, en menos tiempo, y por lo tanto serán más agresivos que la situación actual.

Para enfrentar esta situación, es indispensable contar con modelos que permitan generar proyecciones de escenarios climáticos, a partir de los cuales estimar los potenciales impactos y las acciones de gestión adecuadas. Estos modelos de proyecciones están basados en los escenarios futuros de emisiones de GEI, para lo cual se utiliza el último reporte de evaluación (Assessment Report N°6) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Esto permite analizar los cambios en variables climáticas en el

corto y largo plazo, para así realizar modelaciones hidráulicas que apuntan a identificar zonas de riesgo, potenciales impactos en los niveles de inundación, y velocidad de desplazamiento de los flujos, entre otros aspectos. En base a este análisis se identifican los controles y las medidas de mitigación que se deben implementar. Estas medidas están principalmente relacionadas con la gestión del agua excedente, por medio de canales de contorno y vertederos de emergencia, por ejemplo. Además, se tiene especial atención de resguardar obras críticas como tuberías (ya sea de suministro de agua o de concentrado) y líneas eléctricas.

Considerar los escenarios de cambio climático no sólo es relevante para la seguridad y gestión hídrica del área de emplazamiento del depósito de relaves. También es relevante para el diseño de las acciones comprometidas en plan de cierre. Por ejemplo, una medida de cierre relacionada con fito remediación que requerirá riego, puede ser inviable en el largo plazo según las proyecciones de escenarios de cambio climático.

El trabajo de adaptación al cambio climático requiere una actualización permanente y revisión de la información hidrometeorológica del área de estudio. El objetivo primordial es asegurar que un depósito sea capaz de regular la crecida máxima probable en toda la etapa del ciclo de vida, especialmente el plan de cierre.