



CAUQUENES

Tabla de Contenidos

1. Descripción de la instalación de relaves.....[2](#)
2. Clasificación por consecuencias.....[3](#)
3. Resultados de la evaluación de riesgos.....[4](#)
4. Resumen de evaluaciones de impacto, exposición y vulnerabilidad de los seres humanos.....[5](#)
5. Descripción del diseño de todas las etapas.....[6](#)
6. Hallazgos importantes en las revisiones de desempeño y revisión de seguridad de presas.....[9](#)
7. Hallazgos del Programa de Monitoreo Ambiental y Social y Medidas de Mitigación.....[11](#)
8. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias.....[12](#)
9. Revisiones Independientes.....[14](#)
10. Capacidad Financiera para enfrentar el cierre[14](#)

1 Descripción de la instalación de relaves

El Depósito Cauquenes se ubica a 12 km al sureste de la ciudad de Rancagua, en la comuna de Requínoa, provincia Cachapoal, región del Libertador Bernardo O'Higgins, a una cota de 725 m.s.n.m., inmediatamente aguas arriba del Depósito Colihues. La operación del depósito se desarrolló entre los años 1936 y 1977, y alcanzó un volumen máximo depositado de aproximadamente 360 millones de toneladas.

La disposición de los relaves se realizó mediante el método convencional de depositación hidráulica. Para la contención de los relaves se construyeron cinco (5) muros perimetrales, con arenas de relaves (cicloneadas y clasificadas) y/o materiales de empréstito, y un dique de arcilla.

Inicialmente, para la construcción de los muros se utilizó la fracción gruesa del relave (arenas de relave), mientras que en las etapas siguientes de crecimiento se utilizó material de lastre. Ambos materiales provinieron del proceso minero, lo cual evitó el uso de nuevos sitios para su obtención.

Entre 1977 y 2015 el Depósito Cauquenes se mantuvo prácticamente inactivo, sin actividades mayores de depositación ni de extracción de material. En este período sólo había monitoreo del estado del depósito. Actualmente el Depósito Cauquenes no opera como depósito de relaves en forma continua o alternada y tampoco es utilizado para descarga de relaves en casos de emergencia. Sin embargo, a partir del año 2015 Minera Valle Central (MVC) comenzó la explotación de relaves antiguos en Cauquenes por medio de la técnica de pitoneo hidráulico, que permite remover los relaves depositados y extraerlos mediante bombeo. A diciembre de 2022 el depósito tenía 228 millones de toneladas.

Todos los procesos involucrados en la vida útil de este depósito, es decir diseño, construcción, operación, monitoreo, cierre y poscierre, se ejecutan bajo una robusta gobernanza implementada a través de un [Sistema de Gestión de Relaves](#).

Para mayor detalle de la descripción de la instalación pinche [aquí](#).

2 Clasificación por consecuencias

La clasificación por consecuencias de una instalación de relaves es un proceso que identifica las consecuencias potenciales aguas abajo de la instalación asociadas a una hipotética falla catastrófica de una presa. Esto se realiza considerando múltiples factores, como la ubicación, el tipo de relave, la población potencialmente afectada, las infraestructuras, los recursos naturales y la importancia ambiental de la zona. La clasificación por consecuencias es esencial para la gestión de relaves, ya que ayuda a identificar y priorizar los criterios para la evaluación y manejo de los riesgos de una instalación y garantizar su seguridad. Como resultado, la clasificación ayuda a establecer los niveles de seguridad y los requisitos de diseño, construcción, operación y cierre para cada presa, dependiendo de las consecuencias potenciales, así como los requerimientos de los procesos de gestión de riesgos.

Para realizar la clasificación por consecuencias, el Estándar Global de Relaves (por sus siglas en inglés GISTM) y su Protocolo de Conformidad desarrollado por el ICMM (International Council on Mining and Metals), incorpora la condición de existencia, primero de modo de falla creíble y luego de escenario de falla creíble.

Del resultado del análisis de riesgo desarrollado para este depósito de relaves, se concluye que no presenta escenarios de falla creíble, esto básicamente dado que su diseño considera la aplicación de cargas externas máximas, Sismo Máximo Creíble (MCE) y Crecida Máxima Probable (CMP), tal como lo exige la normativa nacional vigente, y la modelación indica que no hay vaciamiento de relaves y por lo tanto tampoco efectos aguas abajo del depósito.

Considerando lo anterior, este depósito no tendría una clasificación directa de acuerdo con las condiciones que establece el GISTM y el protocolo de conformidad desarrollado por el ICMM. Sin embargo, en línea con la normativa nacional vigente y las buenas prácticas de la industria, e independientemente de la categoría de consecuencias obtenida, Codelco considera para todas sus instalaciones de relaves el uso de criterios de diseño asociados a la categoría "Extrema", con el objetivo de aplicar las consideraciones más estrictas en la gestión de seguridad de sus instalaciones de relaves.

3 Resultados de la evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos aplicada al Tranque Cauquenes es un proceso sistemático y riguroso que, con la participación de expertos en temas multidisciplinarios, identifica, analiza y evalúa los riesgos potenciales asociados con la instalación de relaves, lo que permite a las partes interesadas tomar decisiones informadas y gestionar de manera efectiva estos riesgos. Las evaluaciones de riesgos son realizadas en las etapas de diseño, construcción y operación de nuestra instalación. En este proceso toman especial relevancia la identificación, análisis, evaluación, mitigación, monitoreo y revisión de los riesgos críticos de la instalación, que llevan a establecer las acciones necesarias para mantener niveles de seguridad aceptables.

Resultados de la evaluación de riesgos críticos

Las evaluaciones de riesgos deben expresarse en atención a los modos de falla genéricos que aplican a las presas de relaves:

- *Overtopping* (rebalse).
- Inestabilidad de taludes.
- Inestabilidad de fundaciones.
- Erosión interna.
- Liberación de contaminantes.

Se identificaron potenciales causas y consecuencias, así como controles preventivos (detectivos) y controles mitigadores (correctivos). Como resultado se mantienen los controles críticos establecidos, con lo cual la infraestructura se mantiene con los niveles de seguridad aceptables definidos.

Los controles preventivos y mitigadores se encuentran registrados y permanentemente se revisa su desempeño y efectividad. Los servicios de Ingeniería de Registros revisan estos controles de manera permanente y el Comité Internacional de Revisión de Relaves lo hace al menos una vez al año. Ambos verifican en terreno los sistemas de monitoreo y los controles críticos.

4 Resumen de evaluaciones de impacto, exposición y vulnerabilidad de los seres humanos

Tomando en cuenta la adopción de clasificación por consecuencia, y a pesar de no contar con escenarios creíbles de fallas de flujo para el Tranque Cauquenes de acuerdo al numeral 2 de esta sección y a las evaluaciones de riesgos realizadas de manera específica y principalmente para resguardar la seguridad de las personas se ha llevado a cabo una evaluación de impacto, así como de exposición y vulnerabilidad de los seres humanos frente a hipotéticos escenarios creíbles de fallas de flujo en la instalación de relaves. A partir de estos resultados, se han establecido los planes de respuesta ante emergencias.

Se ha examinado que lugares podrían verse afectados ante una eventual potencial falla catastrófica, sobre la base del nivel de peligrosidad asociada a los impactos generados. El asentamiento humano más cercano se encuentra ubicado a 12 km y corresponde a la ciudad de Rancagua.

Sobre la base de lo anterior se han preparado los acercamientos a las autoridades y comunidades potencialmente afectadas. Con respecto a estas comunidades potencialmente afectadas, se han realizado levantamientos y catastros de personas, infraestructura y elementos con valor ambiental de manera de poder considerarlos en la planificación del plan de respuesta ante emergencia provocada por una hipotética falla en el depósito de relaves. Toda esta información está registrada y sirve de *input* para los análisis que los equipos multidisciplinarios han realizado y que se irán actualizando en el tiempo para conocer de cambios relevantes que pudieran hacer necesario algún ajuste en la estrategia de gestión del depósito y sus acciones ante emergencias.

5 Descripción del diseño de todas las etapas

El Tranque Cauquenes se compone de cinco (5) muros de contención denominados Muro 0, Muro 1, Muro 2, Muro 3 y Muro 4 (dividido en Muro 4A y Muro 4B). Los primeros tres (3) muros mencionados son considerados los de mayor envergadura.

El Muro 0 fue construido en el año 1974 mediante el método aguas abajo, con materiales arcillosos y enrocado, en reemplazo de un antiguo muro de arenas gruesas. Presenta un talud aguas arriba de 2:1 (H:V) y aguas abajo variable. Entre el coronamiento y la cota 709 m.s.n.m. la inclinación del talud es de 2:1 (H:V) y, desde la elevación 709 m.s.n.m. hasta el pie del muro se modifica a 2,5:1,0 (H:V) (Figura 5-1) .

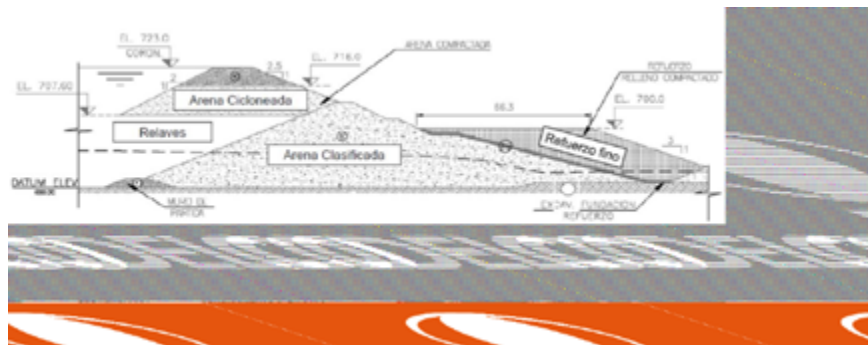


Figura 5-1: Sección transversal muro 0 del tranque Cauquenes

La construcción del Muro 1 se inició en el año 1936 con arenas clasificadas hasta alcanzar una altura de 37 m, mediante el método aguas abajo, que incluyó la construcción de un muro de partida conformado por arcilla, de 6 m de altura. Posteriormente, en 1964 y 1974 se realizaron peraltes hacia aguas arriba, de 7 m de altura cada uno. Simultáneo al segundo peralte, el talud aguas abajo de los peraltes se reforzó con un prisma de material fluvial (Figura 5-2). En el año 2009 se implementó un refuerzo estructural de empréstito.

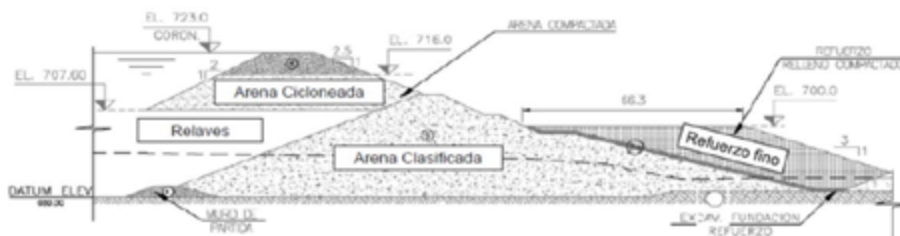


Figura 5-2: Sección transversal muro 1 del tranque Cauquenes

El Muro 2 tiene una estructura similar al Muro 1 y está constituido por arenas clasificadas con crecimiento aguas abajo. Posteriormente fue peraltado hacia aguas arriba y fundados sobre lamas. Cuenta con una berma de refuerzo de arenas cicloneadas compactadas que cubre todo el talud aguas abajo con pendientes variables entre 2:1 (H:V) sobre el peralte superior, 2,5:1 (H:V) intermedio y 4:1 (H:V) en la mitad inferior (Figura 5-3).

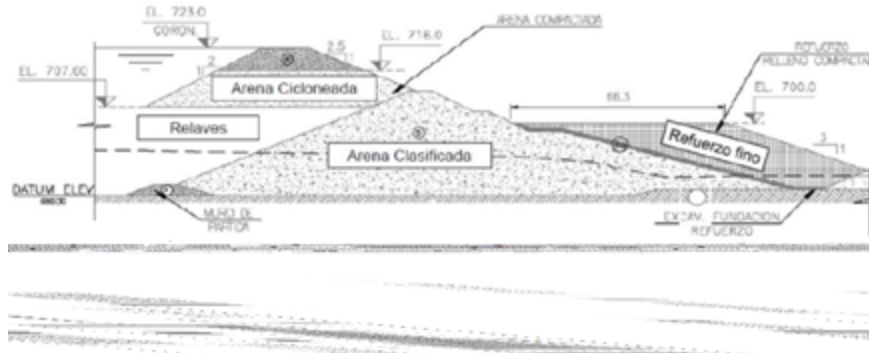


Figura 5-3: Sección transversal muro 2 del tranque Cauquenes

El Muro 3 se construyó inicialmente en el año 1960 con materiales arcillosos hasta una altura máxima de 11 m. En 1974 el muro fue peraltado en 7 m con un prisma de 18 m de altura apoyado en el paramento de aguas abajo, para el cual se utilizaron arcillas, arenas y gravas limosas. El muro posee un talud aguas abajo de 2,5:1(H:V), con dos bermas intermedias de 8 m (Figura 5-4).

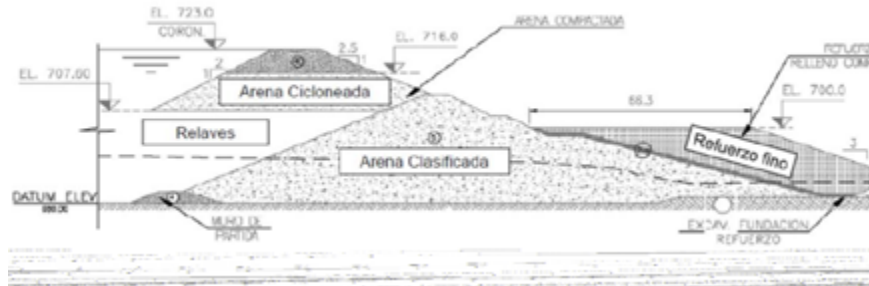


Figura 5-4: Sección transversal muro 3 del tranque Cauquenes

El Muro 4 se compone de dos muros – A y B – separados por un pequeño cerro isla. La sección norte, denominada Muro 4A, está compuesta por un núcleo de material arcilloso aguas arriba y aguas abajo, y tiene un gran espaldón de enrocado contenido por un muro gravitacional de hormigón. La sección sur, denominada Muro 4B, presenta igualmente un núcleo de material arcilloso aguas arriba, pero con un pequeño espaldón de enrocado aguas abajo (Ver Figura 5-5 y Figura 5-6).

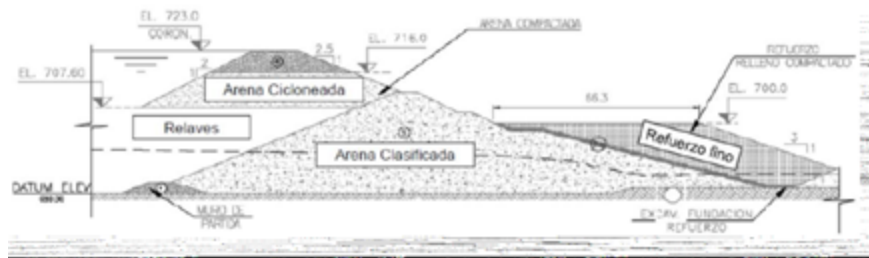


Figura 5-5: Sección transversal muro 4A del tranque Cauquenes

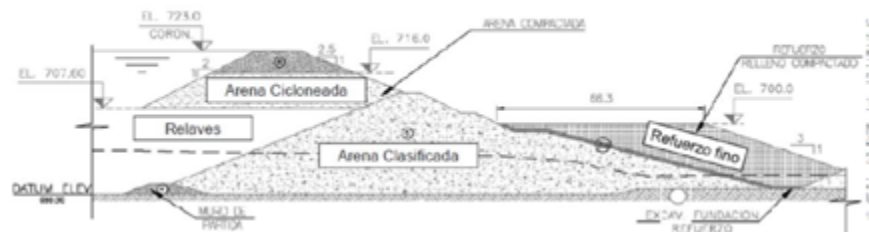


Figura 5-6: Sección transversal muro 4B del tranque Cauquenes

6 Hallazgos importantes en las revisiones de desempeño y revisión de seguridad de presas

Como parte de las actividades orientadas a revisar frecuentemente si la instalación mantiene los niveles de seguridad deseados, Codelco contrata los servicios de empresas y personas independientes para que realicen revisiones del desempeño y seguridad del depósito.

Los Informes de Desempeño Anual (IDA) son elaborados por el Ingeniero de Registro. Como resultado del informe de desempeño anual del año 2022, se concluye que el depósito ha presentado un buen desempeño, se cumple con la intención de diseño, se mantienen los indicadores y parámetros de desempeño operacional en niveles satisfactorios.

La Revisión de Seguridad de Presas (RSP), se realiza cada cinco (5) años, y es desarrollada por una compañía externa experta cuyo objetivo es evaluar la condición de seguridad del depósito. Como resultado de la Revisión de Seguridad de Presas (realizada en 2021), se concluyó que el depósito se encontraba en una condición segura, es decir no se identifican hallazgos con *“un riesgo intolerable de falla de la instalación de relaves o, definitivamente, problemas reales de seguridad considerados inmediatamente peligrosos para la vida, la salud o el medio ambiente, que requieren una acción urgente del operador”*.

Otros hallazgos detectados en las instancias de las revisiones mencionadas se presentan en la Tabla 6 1:

Tabla 6-1: Resumen Revisiones Independientes tranque de relaves Cauquenes

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	Se necesita agilizar la habilitación de nueva instrumentación y considerar mediciones indirectas para realizar el seguimiento de los niveles al interior de los muros.	La ejecución de la recomendación de este hallazgo está siendo atendida a través de un proyecto en ejecución, el cual incluye campañas de levantamiento de información básica complementaria en geotecnia. Posteriormente a ello el depósito y sus muros contarán con instrumentación complementaria a la existente, cumpliendo con las recomendaciones del Ingeniero de Registro para este caso.

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
<p>Revisión de Seguridad de Presas (RSP)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere precisar la extensión de suelos potencialmente licuables en los muros 1 y 2. Precisar con nuevas prospecciones la extensión de los horizontes con potencial de licuación y sus propiedades resistentes. Incluir dentro de los análisis de estabilidad y deformaciones, la evaluación de los desplazamientos considerando el sismo de diseño, con especial atención en las zonas licuables. 	<p>La ejecución de las recomendaciones de este hallazgo está siendo atendida a través de un proyecto en ejecución, el cual incluye campañas de levantamiento de información básica complementaria en geotecnia, geología, hidrología, hidrogeología, hidro química, y otros. Con los resultados que se obtengan se profundizará en las modelaciones y análisis de estabilidad del depósito.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Los parámetros geotécnicos e hidráulicos-hidrogeológicos del terreno de fundación, de los relaves y del cuerpo de los muros no cuentan con respaldo suficiente. Realizar un informe geotécnico de compilación de antecedentes, interpretación de ensayos <i>in situ</i> y de laboratorio, y caracterización geotécnica de los materiales y suelos existentes. Definir y ejecutar una campaña complementaria de investigación geotécnica. Realizar modelos hidrogeológicos. 	<p>La ejecución de las recomendaciones de este hallazgo está siendo atendida a través de un proyecto en ejecución, el cual incluye campañas de levantamiento de información básica complementaria en geotecnia, geología, hidrología, hidrogeología, hidro química, y otros. Con los resultados que se obtengan se profundizará en las modelaciones y análisis de estabilidad del depósito.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Las aceleraciones máximas utilizadas para el cálculo de los coeficientes sísmicos han sido estimadas para roca. Emplear coeficientes sísmicos correspondientes a los suelos presentes en la base de cada uno de los muros. 	<p>Situación resuelta. Se realizó Memo técnico con el Servicio de Ingeniería de Registro, que revisa, valida y/o actualiza los coeficientes sísmicos de los depósitos de DET, de acuerdo a los estudios preliminares.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> El depósito y sus muros se encuentran subinstrumentados. Realizar e implementar un plan de instrumentación, en línea con el que está en desarrollo, incorporando la instrumentación geotécnica e hidrogeológica necesaria para el correcto monitoreo. 	<p>La ejecución de la recomendación de este hallazgo está siendo atendida a través de un proyecto en ejecución, el cual incluye campañas de levantamiento de información básica complementaria en geotecnia. Posteriormente a ello el depósito y sus muros contarán con instrumentación complementaria a la existente, cumpliendo con las recomendaciones del Ingeniero de Registro para este caso.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> El manual de operaciones (2009) se encuentra desactualizado e incompleto. Actualizar y poner en vigencia una nueva versión del Manual de Operaciones. 	<p>Situación resuelta. Se actualizó Manual de Operaciones.</p>

7 Hallazgos del programa de monitoreo ambiental y social y medidas de mitigación

El Tranque Cauquenes cuenta con el seguimiento y monitoreo de los objetivos, controles y parámetros de desempeño del depósito, entre los que destaca el cumplimiento de los permisos ambientales y sectoriales adquiridos.

Con respecto al monitoreo, la operación del Tranque Cauquenes declara que tanto los compromisos operacionales adoptados como el estado de los permisos ambientales y sectoriales, se encuentran en estado de cumplimiento.

En la Tabla 7-1 se presenta el resumen de los principales compromisos relacionados con aspectos de seguridad del tranque. El seguimiento y cumplimiento de estos compromisos se logra a través de los procedimientos de gestión de riesgos, que identifica la descripción de la exigencia, Resolución de Calificación Ambiental (RCA) asociada, componente afectado, fase de cumplimiento, medio de verificación y frecuencia de verificación.

Tabla 7-1: Resumen Compromisos RCA

Compromiso	RCA Asociada	Seguimiento
Se contempla instalar dos piezómetros o medidores de nivel en el refuerzo geotécnico del Muro N°1 del tipo Casagrande. Estarán constituidos por tubos de PVC. Al instalarlos se realizará una excavación de 1 m de profundidad. Esta instrumentación, junto con la existente, tiene por propósito indicar el nivel freático en esta zona.	RCA 32/2008	Cumple
Para las áreas de restauración de empréstitos se emplearán plantaciones de especies arbóreas como arbustivas y herbáceas. La densidad de plantación de las especies arbóreas y arbustivas será de 1.100 plantas/ha (3 x 3 m).	RCA 32/2008	Cumple
Decreto Supremo N° 248/06 del Ministerio de Minería, "Reglamento para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves". Las obras se ajustarán a los criterios de diseño de esta normativa. El proyecto cumplirá con la normativa elaborando la solicitud de aprobación ante Sernageomin, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 59 del presente decreto.	RCA 32/2008	Cumple
El titular del proyecto deberá informar inmediatamente a la Comisión Regional del Medio Ambiente de la VI Región del General Libertador Bernardo O'Higgins, la ocurrencia de impactos ambientales no previstos en la Declaración de Impacto Ambiental, asumiendo acto seguido, las acciones necesarias para abordarlos.	RCA 32/2008	Cumple

8 Plan de preparación y respuesta ante emergencias

Con el fin de estar preparados para la respuesta en caso de falla o mal funcionamiento de la presa, Codelco procura aplicar la mejores prácticas y conocimientos en respuesta ante emergencias para elaborar el Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencia (PPRE) específico para el sistema de depósitos de relaves Colihues y Cauquenes, tomando en consideración las potenciales consecuencias, las evaluaciones de impacto y de la exposición y vulnerabilidad de los seres humanos, buscando la participación de los operadores en su preparación, planificando su desarrollo en conjunto con las personas afectadas, colaborando con la agencias públicas, asegurando los recursos necesarios, capacitando y realizando ejercicios anuales. Nuestro compromiso es dar una respuesta inmediata para salvar vidas, suministrar ayuda humanitaria y reducir al mínimo los daños en el medioambiente.

El actual Manual de Emergencia Sistema de Depósitos de Relaves Colihues-Cauquenes tiene como objetivo principal establecer lineamientos de acción y planes específicos en caso de ocurrencia de emergencias cuya severidad pudiese alterar los compromisos de la división según normativas y legislación vigentes. En particular, éste define las acciones destinadas a minimizar las potenciales consecuencias a las personas y el medioambiente ante una eventual falla o colapso del Sistema de Depósitos de Relaves Colihues-Cauquenes (en adelante, SDRCC).

Algunos de sus principales contenidos son:

Recursos para actuar en caso de falla catastrófica: se dispone de un plan de acción comunitario de emergencias SDRCC, cartillas de emergencia con planes de acción ante eventos de emergencia frente a peligro de *overtopping*, *piping*, sismos o incendios, y se definieron puntos de encuentro de emergencia. Algunos de los recursos mencionados en las cartillas de emergencia corresponden a: Ingeniero de Registro; maquinaria y personal disponible en la zona; torre de captación y *vertedero* operativos; equipos de emergencia de la división y locales; capacitación, etc.

Acciones para prepararse ante un evento creciente: se consideran programas de capacitación de personal para la operación segura de SDRCC y obras anexas, y para la correcta aplicación de los controles operacionales y manejo adecuado de las situaciones de emergencia. Se debe considerar a todo el personal involucrado con operaciones en el área SDRCC. Los elementos mínimos deben ser considerados acorde a cada rol, incluyendo tanto a personas que puedan ser afectadas, propios, terceros y comunidades. Esto estará dado por: reconocimiento de emergencias; identificar tipos de emergencias; conocimiento de las acciones a desarrollar durante la emergencia; entrenamiento para gestionar plan de emergencia y evacuación; plan de acción, que incluya el contacto con instituciones gubernamentales; y tener claridad respecto del rol de recuperación que le toca a la división.

Acciones para responder después que un evento catastrófico ha ocurrido: una vez que el equipo de control de la emergencia determina que esta se ha estabilizado en un nivel seguro para la población, el comité de manejo de emergencia definirá:

- Completar las medidas de protección y evacuación.
- Proceder con el conjunto medidas de remediación de las instalaciones, acordes con el tipo de incidente, destinadas a recuperar y mejorar las zonas afectadas.
- Propiciar la reinserción a la población en su dinámica social y económica después del evento.
- Evaluar el reinicio de las operaciones del SDRCC, si la emergencia ameritó alguna detención.

Algunas medidas de remediación luego de un evento de emergencia son: saneamiento y viabilidad de caminos de acceso; traslado de personas evacuadas al área; mantenimiento de la actividad en los albergues temporales; asistencia sanitaria; limpieza de sectores con volúmenes de relave sedimentados; restauración de suelos y superficies arborícolas; restablecimiento de comunicaciones radiales y telefónicas, servicios básicos (energía y agua potable), y restablecimiento provisional de viviendas, centros económicos, y educacionales; y monitoreo físicoquímico del río Cachapoal.

Áreas potencialmente afectadas y el grado potencial de las consecuencias esperadas: las áreas de afectación, en caso de una eventual emergencia, se identificaron mediante la estimación de la distancia peligrosa determinada ante el colapso hipotético del muro de contención del depósito, independientemente de la causa de tal colapso.

Cómo se está involucrando a la comunidad en el constante desarrollo y actualización del PPRE: respecto de la integración de las comunidades, cabe señalar que se considera la generación de espacios de capacitación a organismos públicos tales como: bomberos, profesionales de emergencia municipales, centros médicos cercanos u otros pertinentes, que incluyen principalmente los aspectos relacionados con evacuación y prevención. La división, junto a estos organismos, deben realizar las capacitaciones correspondientes a las comunidades aledañas a la operación.

9 Revisiones independientes

De acuerdo con los estándares internacionales y considerando que la clasificación de consecuencias adoptada del depósito es extrema (a pesar de no existir escenarios de falla creíbles), Codelco realiza Revisiones de Seguridad de Presas cada cinco (5) años a través de una empresa externa. La primera de ellas fue realizada en 2021 y se realizará una próxima revisión en 2026.

10 Capacidad financiera para enfrentar el cierre anticipado, recuperación y poscierre

De acuerdo con la Resolución Exenta Sernageomin N° 409/2021, que aprobó la actualización del proyecto Plan de Cierre de la Faena Minera "División El Teniente", se determinaron las garantías financieras sobre la base de los antecedentes que fueron presentados por la empresa para la actualización de su plan de cierre sobre la División El Teniente. Estas garantías comprometen la capacidad financiera de Codelco para cubrir los costos estimados para efecto del cierre de la división.

En particular, para el Tranque Cauquenes se considera su remoción total de relaves, en consecuencia, no existirá en la condición de poscierre. Además, dentro de la Resolución Exenta N° 409 se estipulan las garantías financieras que comprometen la capacidad financiera de Codelco para cubrir los costos estimados para efecto del cierre de la división.