

COLIHUES

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.....[7](#)
7. Hallazgos del Programa de Monitoreo Ambiental y Social y Medidas de Mitigación.....[9](#)
8. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias.....[10](#)
9. Revisiones Independientes.....[12](#)
10. Capacidad Financiera para enfrentar el cierre.....[12](#)

1 Descripción de la instalación de relaves

El embalse de relaves Colihues se ubica en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, en la provincia del Cachapoal, en la comuna de Requínoa, al sur del Río Cachapoal, y específicamente en el valle del Estero Cauquenes, aguas abajo del Tranque Cauquenes, 12 km al Sur Oriente de Rancagua.

El embalse operó entre 1977 y 1986. Actualmente, el embalse se encuentra inactivo y sólo está autorizado para almacenar transitoriamente relave en caso de presentarse situaciones de emergencia en la canaleta de relaves de División El Teniente, y para recibir la fracción fina proveniente de la clasificación de relaves frescos realizada por la operación de extracción y procesamiento de relaves que realiza Minera Valle Central. Cabe destacar que no se proyectan etapas futuras.

A diciembre del año 2022, el volumen de relaves embalsados es de 227 millones de toneladas aproximadamente, con un área utilizada de 6,34 km², y tiene una capacidad final aprobada de relaves de 264,6 millones de toneladas.

La construcción del embalse Colihues comenzó en el año 1974 y se desarrolló mediante tres (3) etapas. El depósito se encuentra delimitado por el relieve natural de la cuenca del estero del mismo nombre en conjunto con tres (3) muros de contención denominados como A, B y C, diseñados para contener agua y relaves. Por otra parte, cuenta con un vertedero de emergencia para el manejo de grandes crecidas que se emplaza sobre el estribo izquierdo del Muro B.

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 Embalse Colihues 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 permiten establecer las acciones que nos permiten mantener niveles de seguridad aceptables de nuestra instalación.

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 Embalse Colihues 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 qué lugares podrían verse afectados ante una eventual potencial falla catastrófica, sobre la base del nivel de peligrosidad asociada a los impactos generados. Los asentamientos humanos más cercanos son Rancagua, Olivar Alto, Gultro, Los Lirios, Lo Miranda, Punta Cortés, Doñihue, El Molino, Peumo y Olivar Bajo, ubicados aproximadamente a una distancia de entre 8 y 23 km del embalse.

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* a 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 Embalse Colihues dispone de tres (3) muros construidos con empréstitos por medio del método aguas abajo, los cuales incluyen un núcleo de baja permeabilidad y espaldones granulares en ambos lados. Los muros A y B fueron construidos en tres etapas, mientras que el muro C en dos etapas.

El muro A tiene un núcleo asimétrico impermeable de morrena que ingresa a la fundación en dos zanjas cortafuga. El espaldón aguas arriba es de material fluvio-glacial y el espaldón aguas abajo de material fluvial. En promedio, tiene un talud de 2:1 (H:V) aguas abajo y un coronamiento de 9 m de ancho. El talud aguas arriba varía entre 2,5:1,0 (H:V) en el pie y 2,0:1,0 (H:V) cerca del coronamiento (Figura 5-1). Actualmente alcanza una cota de coronamiento de 688 m.s.n.m.

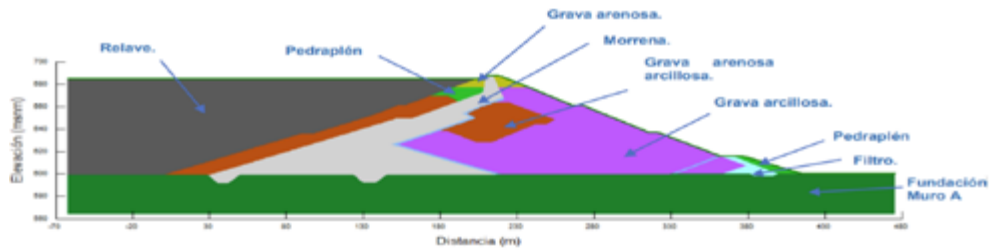


Figura 5-1: Sección transversal muro A del embalse Colihues

El Muro B está compuesto por un núcleo simétrico de morrena que ingresa a la fundación mediante una zanja cortafuga. El espaldón aguas arriba está compuesto por material fluvio-glacial y el espaldón aguas abajo por material fluvial. Cuenta con un ancho de coronamiento de 9 m y el talud promedio aguas abajo es de 1,8:1,0 (H:V). Desde la cota 670 m.s.n.m. hasta el suelo de fundación, el talud cambia a 2,0:1,0 (H:V). Misma situación ocurre con el espaldón aguas arriba (Figura 5-2).

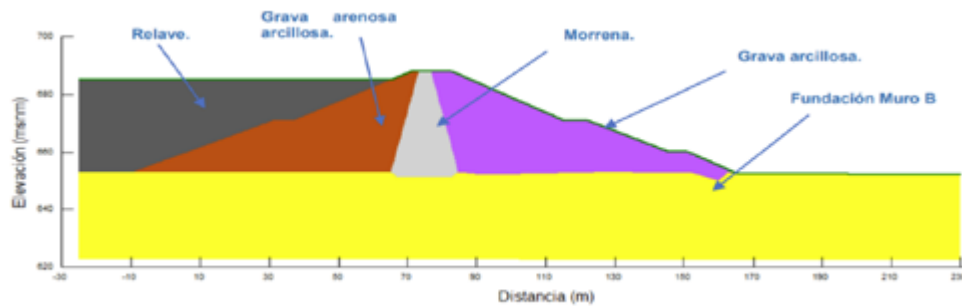


Figura 5-2: Sección transversal muro B del embalse Colihues

El objetivo de construcción del Muro C fue cerrar un portezuelo en la zona occidental del depósito. Está compuesto por un núcleo de morrena y espaldones de material fluvio-glacial. El talud aguas abajo y arriba es de 1,8:1,0 (H:V) y tiene un ancho de coronamiento de 10 m (Figura 5-3).

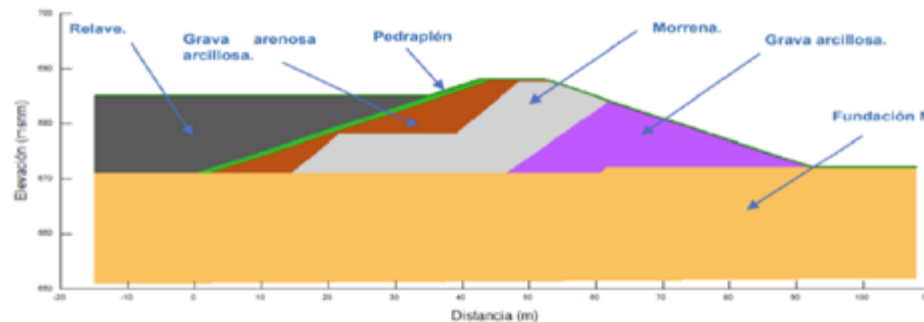


Figura 5-3: Sección transversal muro C del embalse Colihues

El diseño actualmente considera estudios sísmicos que permiten verificar que los muros resisten los eventos más grandes que podrían ocurrir en el sitio y estudios hidrológicos considerando cambio climático, que permiten verificar que el depósito es capaz de almacenar los caudales y volúmenes de escorrentía en el peor de los casos.

La capacidad del depósito utilizada hasta septiembre del año 2022 es de 226,9 millones de toneladas de relaves secos, ocupando un área de 6,34 km². La capacidad máxima aprobada de relaves es de 264,6 millones de toneladas de relave seco.

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 embalse de relaves Colihues

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.
	Manejo de una Crecida Máxima Probable. Se recomienda realizar un análisis de riesgos asociados al manejo de estas crecidas resultantes. Revisar los parámetros utilizados en la estimación y evaluar rangos potenciales de los resultados de las crecidas de diseño, para efectos de sensibilizar los caudales y volúmenes de la Crecida Máxima Probable para el embalse Colihues.	Se desarrollaron estudios de hidrología e hidrometeorología, con los que actualmente se está actualizando la Crecida Máxima Probable para luego actualizar el tránsito de la crecida en el depósito, los análisis de riesgos, y las capacidades de las obras hidráulicas de control.
	Definir y ejecutar una campaña geotécnica complementaria que permita validar y respaldar los parámetros geotécnicos e hidrogeológicos a utilizar, de manera de evaluar los estudios de infiltraciones y de estabilidad física del depósito, los cuales deberán ser nuevamente realizados y validados de acuerdo con los resultados de la campaña geotécnica.	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.
Revisión de Seguridad de Presas (RSP)	El estudio hidrológico asociado a la cuenca del depósito se encuentra desactualizado.	Se desarrollaron estudios de hidrología e hidrometeorología, con los que actualmente se está actualizando la Crecida Máxima Probable para luego actualizar el tránsito de la crecida en el depósito, los análisis de riesgos, y las capacidades de las obras hidráulicas de control.

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

El Embalse Colihues 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 Embalse Colihues 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 embalse. 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. Dada la antigüedad del depósito de Colihues, no existe RCA asociada a la Construcción de este; por lo tanto se consideran los compromisos asociados al operador actual del sitio, Minera Valle Central.

Tabla 7-1: Resumen Compromisos RCA

Compromiso	RCA Asociada	Seguimiento
Mantener una zona de exclusión de 150 m entre el coronamiento de los muros del embalse y el sistema de dragado para asegurar la estabilidad del talud interno de los muros.	RCA N°21/2003	Su seguimiento y cumplimiento se ha verificado a través de inspecciones permanentes y fiscalizaciones de Sernageomin.
Vigilar y monitorear los parámetros necesarios para conocer el comportamiento general del tranque.	RCA N°21/2003	Se realiza monitoreos operacionales al interior del embalse a través de piezómetros y flujómetros.
Habilitación de una red de monitoreo de calidad del aire.	RCA N°83/2006	Se habilitaron las estaciones de monitoreo de Muro 1 (Cauquenes) y Cascada 11 (Colihues, adyacente al Muro B).
Monitoreo de nivel de agua en embalse Colihues.	RCA N°132/2014	Se lleva a cabo medición diaria de la cota y mediciones trimestrales del volumen efectivo del agua en las lagunas del embalse.
Informes anuales de monitoreo de calidad del aire.	RCA N°132/2014	A partir de la información proporcionada, se verifica que se entrega informes anuales con los resultados del monitoreo (continuo) de variables meteorológicas, MP10 y MP2,5 para las estaciones Cascada 11 y Muro 1.

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 del 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 de 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 el 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 ésta 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.

Lo anterior confirma que para el presente año Codelco tiene la capacidad financiera adecuada para cubrir los costos estimados del cierre, cierre anticipado, recuperación y poscierre planificados para la instalación de relaves y sus estructuras anexas.