BARAHONA

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 8

7 Hallazgos del Programa de Monitoreo Ambiental y Social y Medidas de Mitigación 10

8 Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias 11

9 Revisiones Independientes 13

10 Capacidad Financiera para enfrentar el cierre anticipado, recuperación y post cierre 14

1 Descripción de la instalación de relaves

El Tranque Barahona pertenece a División El Teniente (DET), incluye a los depósitos Barahona 1 y Barahona 2, y se localiza en el curso de la Quebrada Barahona, comuna de Machalí, región del Libertador Bernardo O´Higgins. A 23,5 km al NE de la ciudad de Rancagua y a unos 65 km al Sur de la capital Santiago de Chile.

El depósito Barahona 1 cuenta con un solo muro de arenas, mientras que el depósito Barahona 2 dispone de un muro principal de arenas (Muro 2) y un muro auxiliar de material de empréstito (Muro 3).

El Depósito Barahona 1 inició su construcción el año 1917, considerando inicialmente materiales arcillosos para la construcción, y cuando el muro alcanzó 7 m de altura se decidió utilizar arenas seleccionadas, construyéndose por el método de aguas arriba. Su operación se inició el año 1920 y se mantuvo activo hasta que el terremoto de Talca de 1928 indujo la falla del Muro 1. Luego de la falla, el tranque fue reparado y se detuvo su operación, dando inicio así a la construcción del Depósito Barahona 2 inmediatamente aguas arriba del Barahona 1.

El Depósito Barahona 2 operó de manera continua desde 1929 hasta 1936. Luego, entre 1936 y 1977 fue utilizado únicamente para recibir la fracción más gruesa de los relaves. Desde el año 1977 hasta la fecha ha continuado operando como depósito de emergencias de División El Teniente. Ambos depósitos cuentan con un vertedero de emergencia que tiene como función descargar la crecida máxima probable directamente a la Quebrada Barahona.

A diciembre de 2024 se encuentran depositados aproximadamente 64 millones de toneladas de relaves secos, cubriendo una superficie aproximada de 2,7 km^2.

Todos los procesos involucrados en la vida útil de este depósito, es decir diseño, construcción, operación, monitoreo, cierre y post cierre, 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 Depósito Barahona 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 vigente

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, pesar de no contar con escenarios creíbles de fallas de flujo considerados para el Depósito Barahona de acuerdo al numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de esta sección y 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 falla catastrófica, sobre la base del nivel de peligrosidad asociado a los impactos generados. El asentamiento humano más cercano se encuentra ubicado, aproximadamente, a 15 km, correspondiente a la localidad de Coya.

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 Muro 1 del depósito Barahona 1, fue construido con arenas seleccionadas, utilizando el método de aguas arriba con una pendiente de 2:1 (H:V). Además, cuenta con un refuerzo de arena de relaves compactados con una pendiente de 2,5:1 (H:V) construido en 2009 (Figura 5-1).

Por sobre el coronamiento de este muro, pasa la carretera del cobre, fundamental para la operación de División El Teniente.

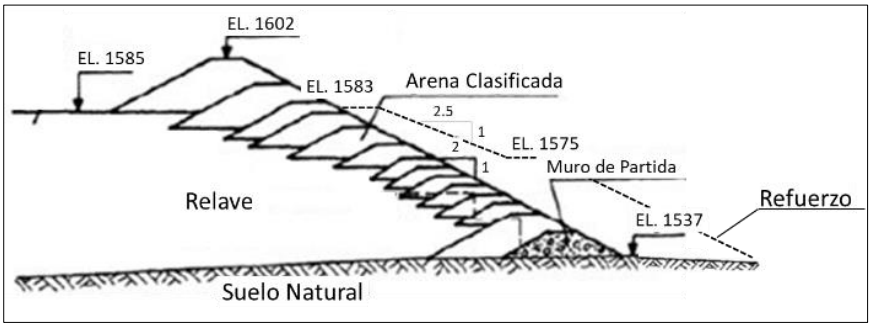

Figura 5-1: Sección muro 1 del Depósito Barahona 1

El Muro 2 del depósito Barahona 2, fue construido de arenas por el método aguas abajo y reforzado entre 1964 y 1966 mediante un relleno de relaves compactados. Cuenta además con un peraltamiento de 7 m construido por el método de aguas arriba. Actualmente, la pendiente de los taludes de este muro es de 4:1 (H:V) (Figura 5-2).

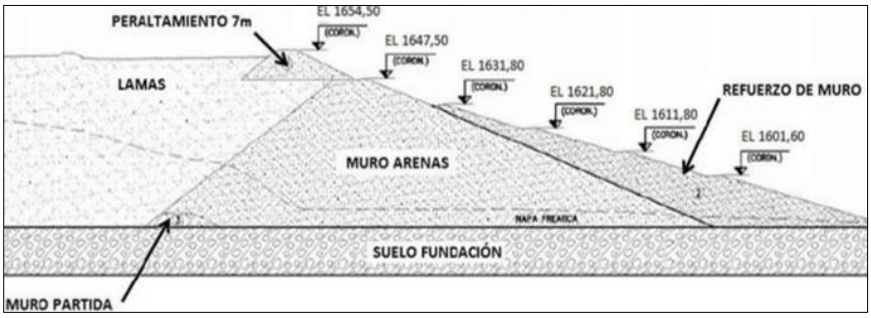

Figura 5-2: Sección muro 2 del Depósito Barahona 2

El Muro 3 del depósito Barahona 2, fue construido con materiales de cantera por el método de aguas abajo, cuenta con una pendiente de 2.5:1 (H:V) hacia aguas abajo y de 2:1 (H:V) aguas arriba (Figura 5-3).

Cuenta con dos peraltes de 2 m de altura construidos por el método de aguas arriba con arenas de relave.

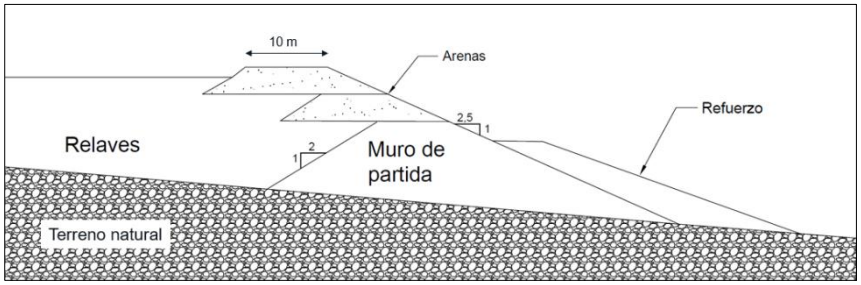

Figura 5-3: Sección muro 3 del Depósito Barahona 2

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 2024, 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 el año 2021 y actualizada el año 2023), 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 depósito de relaves Barahona

Instancia de Revisión	Hallazgo	Medidas de Mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	Brecha de información Monolitos Topográficos. No se cuenta con información de monolitos topográficos, la IdR considera pertinente reiniciar las mediciones para contrastar datos con los entregados por InSAR.	Situación resuelta. Se reactiva el monitoreo mensual de prismas topográficos. Esta actividad fue validada mediante informe técnico emitido por Geosupport y se mantendrá de forma continua, fortaleciendo la capacidad de contraste con datos InSAR y asegurando trazabilidad en el control de estabilidad del depósito.
	Se ha observado un aumento sostenido en las cotas piezométricas en varios instrumentos del Muro 2 desde junio 2023. Inicialmente se puede atribuir a una combinación de efectos referentes a eventos climáticos durante invierno y a la detención de los bombeos desde pozos cercanos (realizada en agosto). La IdR considera pertinente reiniciar los procesos de bombeo con el fin de evitar posibles saturaciones en el cuerpo del Muro.	En desarrollo. Se definió un plan de acción enfocado en el seguimiento y control de los niveles freáticos, con actividades que incluyen el monitoreo continuo, la evaluación de alternativas técnicas y, de ser necesario, la implementación de medidas correctivas. El plan ha sido validado por el Ingeniero de Registro, con respaldo documental disponible.
	Existe acumulación de aguas alrededor de las Cámaras A y B que no son conducidas hacia un sistema de recuperación, por lo que se producen filtraciones al subsuelo que podrían no estar siendo	Situación resuelta. Con el objetivo de mejorar la gestión de aguas alrededor de las Cámaras A y B del depósito Barahona, se implementó un sistema de canalización que reconduce las filtraciones hacia la canaleta de relaves. Esta medida preventiva evita infiltraciones al subsuelo y refuerza la seguridad operativa del depósito.

Instancia de Revisión	Hallazgo	Medidas de Mitigación
	capturadas. Los canales de conducción deben ser mejorados, reconduciendo estas aguas (preferentemente a través de tuberías) hacia la canaleta de relaves	Las obras fueron ejecutadas y validadas técnicamente durante el año 2024, en línea con el compromiso de la compañía con la mejora continua, la protección del entorno y la gestión responsable de sus instalaciones.
	Con respecto al agua que pasa por la quebrada en el sector de filtraciones no controladas (aguas abajo Ex- Cámara N°2), se deben tomar las soluciones respectivas para el saneamiento del sector, activar bombeo y emplazar la solución definitiva del proyecto de control de filtraciones. Adicionalmente, se deberán hacer mediciones de caudal y toma de muestras de calidad de aguas en distintos sectores a lo largo de la quebrada.	Situación resuelta. Se ejecutaron obras de saneamiento en la quebrada del Muro Principal de Barahona 1, incluyendo limpieza de taludes, rehabilitación del sistema de bombeo y desvío de aguas mediante tuberías. Las soluciones fueron validadas por el Ingeniero de Registro y se encuentran operativas.
	Desde diciembre de 2022 no se ha reportado la lectura de los piezómetros PBB y PHB ubicados en el Muro 1, y desde junio 2023 no existe información actualizada para los piezómetros CVB, PBB y PHB ubicados en el Muro 2. Considerando que el monitoreo de la piezometría de los muros es el aspecto más crítico y relevante en lo que respecta a la estabilidad de éstos, la Ingeniero de Registro considera pertinente y con suma urgencia, la toma de lecturas del total de los piezómetros del depósito.	Situación resuelta. Se realiza el levantamiento de información actualizada de los instrumentos operativos (PBB, PHB y CVB) y se declaró la condición de aquellos no operativos, conforme a catastro desarrollado por la empresa Delfing. Ambas actividades fueron completadas y validadas en julio de 2024, cerrando el hallazgo con trazabilidad y respaldo técnico.
	Al transitar por el badén existente, se evidencia obstrucciones topográficas para que la crecida pueda circular por esta obra, hacia el evacuador de emergencia.	Situación resuelta. Como medida correctiva, se ejecutó un plan de adecuación que incluye levantamiento topográfico, eliminación de interferencias y ajustes menores en el perfil del badén durante el año 2024. Estas acciones permitieron restituir la funcionalidad hidráulica del sistema.
Revisión de Seguridad de Relaves (RSP)	Control nivel freático Muro 2	Situación resuelta. Se cuenta con un sistema de control de nivel freático operativo y un sistema de monitoreo.
	Filtraciones bajo del muro 1	Situación resuelta. Se implementó un sistema para controlar las potenciales filtraciones. Además, está en desarrollo un proyecto que estudiará la solución completa de filtraciones y propondrá soluciones integrales.

7 Hallazgos del Programa de Monitoreo Ambiental y Social y Medidas de Mitigación

El depósito Barahona 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 depósito Barahona 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 depósito. 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 1 en ambos Tranques, estos serán 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
La operación de los sistemas de impulsión de las aguas captadas del muro será efectuada por personal de la División El Teniente. Las bombas serán incluidas en los programas de mantención general que la División utiliza para asegurar la operatividad de sus equipos e instalaciones	RCA 32/2008	Cumple
Las obras ajustarán a los criterios de diseño del 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”. El proyecto cumplirá con la normativa elaborando la solicitud de aprobación ante el 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 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 Depósito Barahona, tomado 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 sus preparación, planificado 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 medio ambiente.

El actual manual de emergencias para el depósito Barahona 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 las normativas y la 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 embalse.

Algunos de sus principales contenidos son:

Recursos para actuar en caso de falla catastrófica: el área de relaves será la encargada de determinar el nivel de la emergencia. Para los eventos de una potencial falla en el depósito, se establecerán zonas seguras que permitirán la evacuación y abrigo de los pobladores afectados y trabajadores. Estos puntos estarán ubicados estratégicamente y serán acordados en conjunto con las autoridades locales y comunidades potencialmente afectadas, para realizar una evacuación eficaz, donde no exista una mayor exposición a la eventual inundación durante el trayecto de evacuación, además de vías públicas y de corta distancia a los lugares seguros.

Acciones para prepararse ante un evento creciente: se consideran programas de capacitación de personal para la operación segura del embalse 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 del Tranque Barahona. Los elementos mínimos deben ser considerados de acuerdo con cada rol, incluyendo tanto a personas que puedan ser potencialmente 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 (mediante capacitaciones y simulacros); 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 de que un evento catastrófico ha ocurrido: una vez que el equipo de control determine que la emergencia se ha estabilizado en un nivel seguro para la población, el comité de manejo de emergencia definirá, entre otros:

- 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 de la ocurrencia del evento.

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; restablecimiento de comunicaciones radiales y telefónicas, servicios básicos (energía y agua potable), y restablecimiento de viviendas, centros económicos y educacionales

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 habilitación de puntos de encuentro ante emergencias (PEE) y 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.

En los últimos dos años se han completado todos los programas del principio 13 y 14 del GISTM. Se llevaron a cabo simulacros con la participación de comunidades y autoridades, el depósito cuenta con un plan de preparación y respuesta ante emergencia y manual de emergencia vigente.

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 post cierre

De acuerdo con la Resolución Exenta Sernageomin N° 409/2021 que aprueba el Plan de Cierre de División El Teniente, los depósitos de relaves Barahona 1 y Barahona 2 serán removidos completamente, por lo tanto, no existirán en la condición de post cierre. Los antecedentes que forman parte de esta resolución incluyen los documentos que determinaron la tabla de garantías financieras para asegurar el cumplimiento de dicho plan de cierre. Los detalles de las garantías financieras presentadas y aprobadas por el Estado de Chile se encuentran disponibles en la Resolución Exenta en referencia.

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 post cierre planificados para la instalación de relaves y sus estructuras anexas.