

# Hacia una minería sustentable

## Guía para el depósito de colas y el manejo de relaves

*La Cámara Argentina de Empresarios Mineros –CAEM– fue fundada en el año 1957 con una visión innovadora para el respaldo a la industria argentina.*

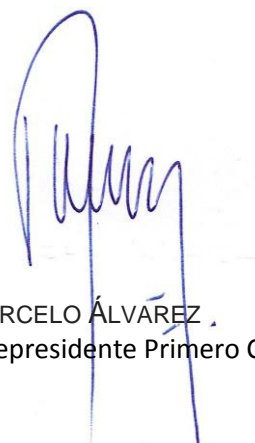
*La CAEM ha evolucionado con los tiempos de cambio, el avance de la tecnología y el desarrollo de la ciencia aplicada, por lo que hoy decide implementar el programa más innovador en materia de sustentabilidad en la industria extractiva.*

***Hacia una minería sustentable –HMS–** es el resultado de muchas experiencias acumuladas desde los inicios de la minería en la humanidad y las lecciones aprendidas, que forjaron los cimientos para la creación de esta iniciativa en Canadá.*

*La CAEM decidió adoptarla en la Argentina y ponerse a la vanguardia de una industria responsable, transparente y comunicativa.*

*Respetuosos de los cambios socioculturales y los paradigmas que los sostienen, la aplicación del HMS aspira a demostrar la etapa adulta de la industria extractiva como el camino a seguir por otros sectores industriales en el país.*

*Invitamos a todos los operadores a sumarse al cambio histórico que esto representa y ser protagonistas activos de la difusión, educación y, sobre todo, de la nueva actitud hacia un planeta que merece el mayor de los cuidados para garantizar la sustentabilidad de todos sus sistemas delicadamente articulados e interconectados.*



MARCELO ÁLVAREZ  
Vicepresidente Primero CAEM

# ÍNDICE GENERAL

---

PREFACIO .....	4
Primera edición .....	4
Introducción de la iniciativa Towards Sustainable Mining® de MAC .....	4
Segunda edición de la guía para relaves .....	5
Tercera edición de la guía para relaves .....	5
INTRODUCCIÓN .....	8
Destinatarios .....	13
PARTE 1. MARCO DE TRABAJO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RELAVES .....	14
1.1. Resumen .....	14
1.2. Principios generales .....	17
1.2.1. Evaluación y gestión del riesgo .....	17
1.2.2. BAT y BAP para la administración de relaves .....	18
1.2.3. Revisión independiente .....	20
1.2.4. Diseño y operación para el cierre .....	21
1.3. Administración a lo largo de la vida útil de una instalación de relaves .....	23
PARTE 2. POLÍTICA Y COMPROMISO .....	25
PARTE 3. PLANIFICACIÓN .....	27
3.1. Gestión del riesgo .....	27
3.2. Objetivos de desempeño .....	27
3.3. Responsabilidad y obligaciones .....	28
3.4. Proceso de administración .....	30
3.4.1. Gestión de la conformidad .....	30
3.4.2. Gestión del cambio .....	31
3.4.3. Controles .....	32
3.4.4. Recursos .....	34
PARTE 4. IMPLEMENTACIÓN DEL MARCO DE TRABAJO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RELAVES .....	37
4.1. Manual de operación, mantenimiento y vigilancia (OMS) .....	37
4.2. Planes de respuesta y reacción en caso de emergencia (EPRP) .....	38
4.3. Listas de comprobación .....	39
PARTE 5. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO .....	41
PARTE 6. REVISIÓN ADMINISTRATIVA PARA LA MEJORA CONTINUA .....	43
PARTE 7. ASEGURAMIENTO .....	45
GLOSARIO TÉCNICO .....	47

Apéndice 1. <b>Marco de trabajo y abordaje de la gestión del riesgo</b> .....	52
1. Aplicación de instrumentos de evaluación de riesgos.....	53
Apéndice 2. <b>Mejor tecnología disponible y mejores prácticas disponibles / aplicables</b> .....	57
1. BAT .....	57
2. BAP .....	58
3. Relación entre BAT y BAP .....	59
Apéndice 3. <b>Evaluación de alternativas</b> .....	60
1. Resumen.....	60
2. Análisis de varias cuentas .....	61
3. Información típica que se tiene en cuenta para la evaluación de alternativas y el diseño de la instalación de relaves .....	64
3.1. Características básicas .....	64
3.2. Otras características: evaluación en la etapa de análisis .....	66
3.3. Otras características: evaluación detallada .....	67
3.4. Otras características: diseño detallado .....	70
Apéndice 4. <b>Revisión independiente</b> .....	71
1. Introducción.....	71
2. Beneficios.....	72
3. Espíritu de “independencia” .....	72
4. Pautas para la revisión independiente.....	72
5. Nivel de detalle de la IR .....	73
6. Abordaje basado en el riesgo .....	73
7. Programa de IR.....	74
8. Lectura sugerida .....	75
9. Instrucciones recomendadas para la IR .....	75
Apéndice 5. <b>Consideraciones para la administración a lo largo de la vida útil de una instalación de relaves</b> .....	77
1. Fase de concepción y planificación del proyecto .....	77
2. Fase de diseño.....	77
3. Fase de construcción inicial .....	78
4. Fase de operaciones y construcción en curso .....	78
5. Fases de cierre definitivo y posteriores a dicho cierre.....	79
Apéndice 6. <b>Consideraciones técnicas</b> .....	80
1. Plan de transporte y deposición de relaves .....	80
2. Plan de administración de recursos hídricos .....	81
3. Plan de cierre definitivo.....	83

# PREFACIO

---

## Primera edición

La primera edición de la Guía para la administración de instalaciones de relaves de MAC, publicada en 1998, se desarrolló en respuesta a una serie de incidentes internacionales relacionados con relaves que ocurrieron en los años noventa. El propósito de la primera edición era triple:

- Proporcionar información sobre la administración segura y responsable con el ambiente de las instalaciones de relaves.
- Ayudar a las empresas a desarrollar sistemas de administración de relaves que incluyan criterios ambientales y de seguridad.
- Mejorar la coherencia de la aplicación de principios sólidos de ingeniería y administración a las instalaciones de relaves.

La primera edición reflejaba buenas prácticas de administración que ya estaban en ejecución. Adoptaba principios y enfoques de fuentes que incluían manuales de compañías mineras, las conclusiones de los dos seminarios de MAC, la política ambiental y el marco de trabajo de la administración del ambiente de MAC, las normas ISO 14.000 relacionadas con la administración ambiental, el borrador de las *Pautas de seguridad para represas* (Dam Safety Guidelines, 1997) de la Canadian Dam Association (Asociación Canadiense de Represas) y pautas y normas internacionales.

Sobre la base de la aplicación de la guía para relaves y de las lecciones aprendidas, MAC presentó un documento complementario en 2003: *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y vigilancia para las instalaciones de administración de relaves y de recursos hídricos* (la **guía OMS**). Esta guía se centra en la necesidad de un ordenamiento específico de operaciones, mantenimiento y vigilancia (OMS) como componente integral de un sistema general de administración de relaves. Este documento puede ayudar a las empresas a cumplir con la regulación gubernamental y la política corporativa, demostrar la autorregulación voluntaria y la debida diligencia, practicar mejoras continuas y proteger a los empleados, al ambiente y al público.

## Introducción de la iniciativa Towards Sustainable Mining® de MAC

En 2004, MAC estableció la iniciativa Towards Sustainable Mining® (TSM®), en español: **Hacia una minería sustentable (HMS)**. El objetivo de HMS es permitir a las empresas mineras satisfacer las necesidades de minerales, metales y productos energéticos que la sociedad tiene de la manera más social, económica y ecológicamente responsable posible.

HMS es un sistema de rendimiento galardonado que ayuda a las empresas mineras a evaluar y administrar sus responsabilidades ambientales y sociales. Es un conjunto de instrumentos e indicadores para impulsar el rendimiento y asegurar que las operaciones mineras aborden los riesgos clave de la minería y se gestionen de manera eficaz. Las empresas que participan en esta iniciativa demuestran su fuerte compromiso con la minería responsable.

De acuerdo con los principios rectores de HMS, las compañías mineras muestran liderazgo al:

- involucrarse con las comunidades;
- conducir prácticas ambientales líderes en el mundo, y

- comprometerse con la seguridad y la salud de los empleados y las comunidades aledañas.

Las fortalezas clave de HMS son las siguientes:

- el desempeño se mide principalmente a nivel de la instalación, los resultados se verifican en forma externa y se informan públicamente;
- la aplicación del programa se encuentra bajo la supervisión de un consultor externo de la comunidad de interés (COI);
- el programa fomenta la mejora continua del desempeño.

La administración de relaves es un componente básico de HMS. Los indicadores de desempeño para la administración de relaves se describen en el *Protocolo para el manejo de relaves* de HMS. El protocolo hace referencia a la guía para relaves y la guía OMS, que a su vez les sirve de respaldo. El componente de administración de relaves de HMS proporciona un mensaje sólido y coherente a los propietarios, los operadores y los contratistas de las instalaciones de relaves: la clave para una gestión segura y responsable con el ambiente es la aplicación coherente de una sólida capacidad de ingeniería dentro de un sistema de administración eficaz y a lo largo de todo el ciclo de vida de una instalación.

## Segunda edición de la guía para relaves

En 2011 se publicó una segunda versión de la guía para relaves. Esta edición reflejó la información y la experiencia adquiridas a través del desarrollo y la implementación del componente de administración de relaves de HMS, así como del trabajo con sistemas de administración de relaves en todo el mundo.

La segunda edición proporcionó alineación con los principios y la terminología de HMS, así como con la guía OMS. El ámbito de aplicación se amplió ligeramente en comparación con la primera edición, se profundizaron algunos conceptos ya descritos y se introdujeron otros nuevos. Se siguió prestando especial atención al abordaje de sistemas de administración y se redujo el nivel de detalle técnico, en comparación con la primera edición.

## Tercera edición de la guía para relaves

En agosto de 2014, hubo un fallo en los cimientos de la presa de relaves en la mina de Mount Polley, en Columbia Británica. Poco después de este incidente, la Junta Directiva de MAC inició una revisión del componente de administración de relaves de HMS. La pregunta clave fue si se podían realizar mejoras para evitar que volviera a ocurrir un hecho como ese.

Esta revisión, publicada oficialmente en marzo de 2015, constaba de dos partes:

- una **revisión externa** realizada por un grupo de trabajo independiente establecido por la Junta Directiva de MAC, y
- un **análisis interno** realizado por el grupo de trabajo de relaves de MAC, que había desarrollado las ediciones anteriores de la guía, así como la guía OMS.

El grupo de trabajo era general y sus siete miembros representaban una variedad de conocimientos e intereses:

- especialistas en ingeniería y cuestiones geotécnicas;
- representantes de pueblos originarios;
- especialistas en ambiente, y
- personas con experiencia en administración ejecutiva.

La revisión del grupo de trabajo independiente se centró en el *Protocolo para el manejo de relaves* de HMS, pero también se consideraron la guía para relaves y la guía OMS. En noviembre de 2015, se presentó a la Junta Directiva de MAC el *Informe del grupo de trabajo sobre relaves para la minería sostenible* y se incluyeron 29 recomendaciones. De estas recomendaciones, hay cinco relacionadas con la presente guía:

1. Modificar la guía para relaves a fin de que exija una revisión independiente del estudio del emplazamiento, así como de la selección, el diseño, la construcción, la operación, el cierre y la etapa posterior al cierre de las instalaciones de relaves.
2. Evaluar la mejor manera de incluir en la guía para relaves el análisis y la selección de la mejor tecnología disponible (BAT) y las mejores prácticas aplicables (BAP) para la administración de relaves.
3. Desarrollar e incluir definiciones u orientaciones relacionadas con la administración de un cambio de ingeniero de registro y una modificación de propiedad en la sección de gestión del cambio.
4. Incluir un sistema de clasificación basado en el riesgo para las no conformidades y prever las consecuencias correspondientes. Proveer orientación sobre la metodología de evaluación de riesgos.
5. Incluir guías técnicas más específicas relacionadas con la selección y el diseño del emplazamiento, que incluya el modo de determinar objetivos y de establecer criterios de diseño.

Al recibir el informe del grupo de trabajo, la Junta Directiva de MAC se comprometió a analizar rápidamente cómo integrar mejor las recomendaciones a la iniciativa HMS para su implementación. El presidente de la junta declaró que “es imperativo que la industria mejore continuamente su modo de trabajar, a fin de garantizar la operación segura de sus instalaciones de relaves”.

Por su parte, el grupo de trabajo sobre relaves, integrado por miembros de MAC y miembros asociados, que representaba una amplia gama de profesionales con conocimientos especializados relacionados con la administración de relaves, elaboró una serie de recomendaciones que eran muy convergentes y complementarias con las del grupo de trabajo independiente. Una vez que las revisiones internas y externas se completaron, el grupo de trabajo sobre relaves comenzó a examinar la guía, lo que condujo a su tercera edición. También se actualizó y revisó el *Protocolo para el manejo de relaves* de HMS para que respondiera a las recomendaciones del grupo de trabajo.

La tercera edición de la guía, entonces, mantiene el fuerte énfasis que tenía la segunda en los sistemas de administración. Sin embargo, acentúa más aspectos técnicos, especialmente aquellos críticos para la estabilidad física y química de las instalaciones de relaves. La tercera edición también refuerza conceptos clave que se describieron en ediciones anteriores, e introduce otros, como los siguientes:

- **Abordaje basado en el riesgo.** Administrar las instalaciones de relaves de una manera proporcional a los riesgos físicos y químicos que puedan plantearse. La gestión del riesgo incluye:
  - una evaluación regular y rigurosa;
  - la aplicación de la tecnología más adecuada para gestionar el riesgo sobre una base específica del sitio (BAT);
  - la aplicación de las mejores prácticas de la industria para gestionar el riesgo y alcanzar el objetivo de desempeño (BAP);

- el uso de instrumentos de toma de decisiones rigurosos y transparentes para seleccionar la combinación de BAT y la ubicación más apropiada para cada emplazamiento de instalaciones de relaves.
- **Controles críticos.** Identificación, implementación y supervisión del desempeño que define las acciones diseñadas para gestionar los riesgos cuyas consecuencias serían importantes, en relación con una instalación de relaves.
- **Ingeniero de registro (EoR).** El propietario, al garantizar que una instalación de relaves es segura, tiene la responsabilidad de identificar y contratar a un EoR, que brindará dirección técnica en nombre del propietario. El EoR verifica que la instalación de relaves (o sus componentes) se haya:
  - diseñado según los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios;
  - construido de acuerdo con la intención del diseño, los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios, y que funcione durante todo el ciclo de vida del mismo modo.
- **Revisión independiente.** Evaluación de todos los aspectos de la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de una instalación de relaves mediante una revisión competente, objetiva y a cargo de terceros en nombre del propietario.

Asimismo, la tercera edición actualiza el marco de administración de relaves presentado en la guía como un instrumento clave para ayudar en la implementación de sistemas de administración específicos de cada emplazamiento. Las descripciones de los elementos del marco se han ampliado y aclarado, y el marco está más alineado con la norma ISO 14.001: Sistema de administración ambiental.

Además de la orientación técnica reforzada en todo el cuerpo de la guía, la tercera edición proporciona más orientación en los apéndices sobre:

- el marco de trabajo y el abordaje de la gestión del riesgo;
- la integración entre BAT y BAP;
- la evaluación de alternativas;
- la integración de la revisión independiente;
- consideraciones para la administración a lo largo de la vida útil de una instalación de relaves;
- consideraciones técnicas:
  - planes de transporte y deposición de relaves,
  - planes de administración de recursos hídricos, y
  - planes de cierre.

La tercera edición de la guía es otro paso en el proceso de mejora continua para la administración de relaves, en pos del objetivo de minimizar los daños: cero fallas catastróficas en las instalaciones y ningún efecto adverso significativo sobre el ambiente, así como de la salud humana. Sin embargo, la guía no es más que una hoja de ruta en este viaje: para tener éxito, la aplicación efectiva de los principios aquí incorporados es responsabilidad de los miembros de MAC y de la industria minera en su conjunto.

# INTRODUCCIÓN

---

Esta guía ofrece orientación sobre las mejores prácticas para que la administración de las instalaciones de relaves sea segura y responsable desde el punto de vista social y ambiental. Tiene un triple propósito:

1. Proporcionar un marco para la administración de las instalaciones de relaves.
2. Ayudar a los propietarios de las instalaciones de relaves a desarrollar sistemas de administración que incluyan criterios ambientales y de seguridad.
3. Mejorar la coherencia de la aplicación de principios de ingeniería y administración, razonables y prudentes, a las instalaciones de relaves.

Los relaves y cualquier recurso hídrico asociado a ellos se deben administrar de manera responsable. Esto incluye la prevención de impactos en la salud y la seguridad humanas, el ambiente y la infraestructura.

Los relaves se gestionan en instalaciones planeadas, diseñadas, construidas, operadas, cerradas y mantenidas luego del cierre a largo plazo (es decir, durante todo el ciclo de vida de la instalación) de manera coherente. La administración responsable se define mediante evaluaciones exhaustivas de los riesgos asociados a una instalación de relaves, tanto físicos como químicos, las cuales estiman los posibles efectos sobre la salud, la seguridad, el ambiente, la sociedad, las empresas, la economía y la reglamentación. Además de ello, la administración involucra la implementación de controles apropiados para manejar efectivamente esos riesgos.

.....

La referencia a un sistema de administración de relaves no implica la necesidad de contar con documentación separada específica; puede incorporarse a los sistemas de administración de emplazamientos más amplios. Corresponde al propietario decidir la mejor forma de organizar e integrar la información pertinente.

.....

Los **relaves** son un subproducto de la minería, conformados por la roca procesada o el suelo que queda al separar las mercancías de valor de la roca o del suelo en el que se producen. Son una combinación de los materiales sólidos de grano fino (típicamente del tamaño del limo, en el rango de 0,001 a 0,6 mm) que quedan después de que los minerales y metales recuperables han sido extraídos, junto con el agua utilizada en el proceso de recuperación. Las características físicas y químicas de los relaves varían con la naturaleza del mineral y el método de procesamiento. La administración de relaves está directamente relacionada con la gestión de residuos del procesamiento de minerales.

Una **instalación de relaves** es el conjunto de equipos, componentes y estructuras artificiales implicados en el tratamiento de sólidos de relaves, otros residuos de la minería tratados junto con estos (por ejemplo, roca estéril, residuos del tratamiento de aguas) y cualquier recurso hídrico, como líquidos de poros, fosa(s), aguas superficiales y escorrentía. Esto puede incluir estructuras, componentes y equipos para:

- clasificación de los relaves mediante la administración de contenido hídrico (por ejemplo, ciclones, espesadoras, filtros prensa);

- transporte de relaves a la instalación (tuberías, canales, cintas transportadoras, camiones, etc.);
- contención de los relaves y del agua asociada (por ejemplo, represas, pilas, sistemas de revestimiento, sistemas de cubierta);
- administración de filtraciones (elementos colectores, estanques de recolección, pozos de bombeo, etc.);
- sistemas de recuperación de agua (como los que bombean hacia la instalación de procesamiento de minerales);
- administración de liberaciones de aguas superficiales provenientes de la instalación de relaves (por ejemplo, desviaciones, estructuras de decantación, aliviaderos, salidas, canales, tratamiento de aguas).

Una instalación de relaves incluye, asimismo, estructuras, componentes y equipos para la vigilancia y el mantenimiento, controles mecánicos y eléctricos y suministro de energía.

El **propietario** es la compañía, sociedad o individuo que tiene posesión legal o es el titular legal de una instalación de relaves, bajo la ley aplicable en la jurisdicción donde se encuentra la instalación. Por ejemplo, la empresa, la asociación o el individuo que posee la mina o la planta de procesamiento de mineral de la cual se generan los relaves y el agua es el propietario de los relaves y puede considerarse como el propietario de la instalación de relaves.

Cada instalación de relaves es única y refleja las características ambientales y físicas específicas del lugar que contribuyen a configurar el abordaje más apropiado para el desempeño y la gestión del riesgo en esa instalación. La industria minera tiene la tecnología, la experiencia y los recursos para localizar, planear, diseñar, construir, operar, dismantelar y cerrar las instalaciones de relaves de una manera segura y responsable con el ambiente, y hay oportunidades para revisar y mejorar continuamente todos los aspectos de su administración.

La industria minera es responsable y debe rendir cuentas de la **administración de relaves**. Esta responsabilidad requiere el desarrollo y la implementación de un sistema de administración para la toma de decisiones eficaces, de modo de integrar requisitos técnicos, normativos, sociales y empresariales.

Esta guía describe un marco que proporciona la base para que los propietarios implementen un sistema de administración de relaves específico de un emplazamiento. Los elementos de este marco son:

- política y compromiso;
- planificación;
- implementación del marco de trabajo para la administración de relaves;
- evaluación de desempeño, y
- revisión administrativa para la mejora continua.

Un **sistema de administración** describe el conjunto de procedimientos que una organización debe seguir para alcanzar sus objetivos (atendiendo los estándares internacionales).

La intención de esta guía es facilitar el desarrollo y la implementación de sistemas de administración de relaves específicos de las instalaciones, que aborden las necesidades de los propietarios y los emplazamientos individuales. El desarrollo y la implementación del sistema de administración tienen en cuenta los requerimientos regulatorios y las expectativas de la comunidad. El marco ofrece una base para la administración de una manera segura y

responsable desde el punto de vista social y ambiental, durante todo el ciclo de vida de una instalación de relaves.

Vale destacar, como ya se comentó, que esta tercera edición de la guía es el resultado de una revisión del estado actual de la ciencia en relación con la administración de relaves, e incorpora las mejores prácticas internacionales actuales.

Las consecuencias potenciales de los eventos no deseados asociados con las instalaciones de relaves pueden incluir impactos en el ambiente, la salud y la seguridad humanas, la infraestructura, así como cuestiones financieras y legales o impactos de reputación. Por lo tanto, el alcance de las consecuencias potenciales que se deben tener en cuenta es más amplio que los que se suelen definir en los sistemas de clasificación de las consecuencias, como el de la Canadian Dam Association.

La **mejora continua** es el proceso de implementar mejoras graduales y normas para lograr un mejor desempeño de los sistemas de administración y en cuanto al ambiente.

La **revisión independiente**, o evaluación sistemática de todos los aspectos técnicos, de administración y de gobernabilidad por parte de revisores competentes, objetivos y externos, proporciona la seguridad de que el sistema de administración de instalaciones de relaves es eficaz durante todo el ciclo de vida.

Las empresas mineras y sus proyectos y operaciones asociados suelen contar con sistemas de administración y marcos de trabajo. La integración de la administración de relaves en estos sistemas es parte de la revisión y la mejora continua. Los procedimientos, las actividades y los controles pertinentes para la administración de las instalaciones de relaves deben asignarse adecuadamente entre el personal, los departamentos y las unidades de negocio y ser escalables, acordes a la naturaleza de la instalación y de su propietario. El **examen periódico** de la eficiencia y la eficacia de los sistemas de administración ayudará a cumplir los objetivos de planificación, diseño, construcción, operación y cierre de las instalaciones de relaves responsables.

Desde las fases iniciales de la concepción y planificación del proyecto hasta la etapa posterior al cierre debe existir un sistema de administración que aborde e integre la gestión del riesgo, los requisitos reglamentarios, los aspectos técnicos, de administración y de gobernanza de las instalaciones de relaves. La integración de los componentes técnicos y de administración asociados a las instalaciones de relaves es fundamental para la administración responsable de estas y la permanencia de la aceptación social en la industria minera. Los propietarios de instalaciones de relaves pueden adaptar e implementar el marco de administración para que satisfaga las necesidades específicas de sus emplazamientos. La implementación de un sistema de administración de relaves que se valga de este marco pretende ayudar a los propietarios a integrar las cuestiones ambientales y de seguridad de modo que sea coherente con la mejora continua y, de este modo, satisfacer las expectativas de la sociedad.

La implementación de la guía para relaves se apoya en **listas de comprobación** que proporcionan un punto de partida para el desarrollo de un sistema específico de administración de relaves. Las listas de comprobación también ayudan a los propietarios a exponer vacíos dentro de los procedimientos existentes, identificar los requisitos de capacitación, obtener permisos, realizar auditorías internas y ayudar a la conformidad y la debida diligencia en cualquier fase del ciclo de vida. Se espera que en cada instalación el propietario incremente o modifique estas listas de comprobación para que aborden los requisitos específicos de cada instalación de relaves.

También, para que se implemente un sistema de administración de relaves específico de cada emplazamiento en forma eficaz, es importante el **compromiso con las comunidades de interés** (COI). Este compromiso es bidireccional y brinda a las COI la oportunidad de hacer preguntas sobre la administración de relaves, proporcionar información y expresar sus preocupaciones. También es una oportunidad para que el propietario responda de manera proactiva, proporcione información y aborde las inquietudes y las preguntas a medida que surjan.

Las comunidades de interés incluyen a las personas y grupos que están interesados en las decisiones relacionadas con la administración de las operaciones, o que pueden verse afectados por estas. A continuación, se mencionan algunos, sin carácter restrictivo:

- Empleados.
- Comunidades indígenas o pueblos originarios.
- Miembros de la comunidad minera.
- Proveedores.
- Vecinos.
- Clientes.
- Contratistas.
- Organizaciones ambientalistas y otras organizaciones no gubernamentales.
- Gobiernos.
- Comunidad financiera.
- Accionistas.

La guía para relaves debe usarse en conjunto con el documento *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y vigilancia para instalaciones de administración de relaves y de recursos hídricos* de MAC (la guía OMS).

La implementación de la guía para relaves y la guía OMS ayudará a los propietarios de las instalaciones de relaves a lograr y demostrar:

- un compromiso para desarrollar, implementar, revisar y mantener una política de relaves;
- el establecimiento de objetivos para la planificación y las actividades estratégicas relacionadas con el desempeño y la gestión del riesgo de las instalaciones de relaves;
- la mejora continua de un sistema de administración de relaves;
- el funcionamiento, la mantención, la implementación y la verificación en plena vigencia de los controles internos, para permitir la preparación, el análisis apropiado, la consideración y la divulgación de información técnica, científica, ambiental y social;
- la existencia de un nivel eficaz, transparente y apropiado de autoridad y competencia para la toma de decisiones, que permite evaluar, recomendar y aprobar los aspectos técnicos, de administración, ambientales, sociales y económicos relacionados con el manejo de los relaves y de recursos hídricos;
- la presencia de controles y procedimientos críticos verificables, claramente definidos y actualizados para gestionar los riesgos.

.....  
“Minimizar el daño” abarca tanto el rendimiento físico y químico como los riesgos asociados con las instalaciones de relaves, tales como:

- cero fallas catastróficas en las instalaciones de relaves;
  - inexistencia de efectos adversos significativos sobre el ambiente o la salud humana.
- .....

El objetivo de la guía para relaves, junto con la guía OMS, es trabajar continuamente para **minimizar el daño** a través de la aplicación de BAT y BAP en diseño, ingeniería, capacitación, monitoreo y mantenimiento de instalaciones de relaves. Esto se logra mediante la aplicación de prácticas de evaluación y gestión del riesgo y de principios de mejora continua. Existen documentos de orientación complementarios disponibles, los cuales deben integrarse según corresponda, siempre que se incorporen los principios descritos en esta guía.

MAC desarrolló el *Protocolo de administración de relaves* de HMS como una herramienta para medir el progreso en la implementación de esta guía y de la guía OMS. Este protocolo contiene una serie de indicadores medibles relacionados con la administración de relaves que complementan estas dos guías.

En el año 2016, el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) publicó su *Declaración de posición: sobre la prevención de fallas catastróficas en las plantas de almacenamiento de relaves*, que describe un marco de gobernanza de relaves<sup>1</sup>. Esta guía está alineada con la declaración de posición del ICMM.

Los relaves y las instalaciones hídricas son instalaciones de ingeniería complejas que deben administrarse adecuadamente durante largos períodos de tiempo, algunas en forma indefinida. Se debe buscar orientación técnica detallada en otros lugares como complemento de esta guía.

Otras organizaciones que han producido una guía técnica aplicable de alta calidad, que cuentan con orientación sobre evaluación y gestión del riesgo, incluyen, pero no se limitan a:

- la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD);
- el Comité Nacional Australiano de Grandes Presas (ANCOLD);
- la Organización de Estándares Internacionales (ISO):
  - ISO 9000: Gestión de calidad,
  - ISO 14000: Gestión ambiental,
  - ISO 31000: Gestión del riesgo;
- el Código Internacional para el Manejo del Cianuro;
- el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Canadá;
- el Ministerio de Minería y Petróleo de Australia Occidental;
- el Programa de Desarrollo Sostenible para la Industria Minera del Gobierno Australiano;
- las Normas nacionales de Sudáfrica SANS 10286:1998;
- el Departamento de Recuperaciones de Tierras de Estados Unidos;
- el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos;
- la Agencia Federal de Administración de Emergencias de los Estados Unidos;
- el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma);
- la Directiva de la Unión Europea y el Documento de referencia de BAT sobre administración de residuos mineros.

---

<sup>1</sup> <http://www.icmm.com/es/miembros-del-icmm/compromisos-de-los-miembros/declaraciones-de-posicion/gobernabilidad-de-relaves>

La guía para relaves no reemplaza la experiencia profesional ni los requisitos reglamentarios. Los propietarios de instalaciones de relaves deben obtener asesoramiento profesional cualificado, incluso en materia legal, para asegurarse de que las condiciones específicas de cada instalación se entiendan y se aborden.

## Destinatarios

La audiencia principal de este manual es la **gestión minera *in situ***, el nivel fundamental para la implementación de las mejores prácticas en operaciones mineras. El manual también es relevante para personas con interés en las mejores prácticas en la industria minera, incluidos funcionarios ambientales, consultores en minería, gobiernos y reguladores, organizaciones no gubernamentales, comunidades mineras y estudiantes.

Se alienta a todos los lectores a asumir el desafío de mejorar continuamente el desempeño de la industria minera en el área de gestión de relaves mediante la aplicación de los principios descritos en esta guía.

Es importante señalar que esta guía analiza una gran cantidad de información, que debe documentarse como parte del desarrollo y la implementación de un sistema de administración de relaves. El propietario deberá adoptar el criterio que desee para decidir cómo organizar mejor esta información.

## PARTE 1

# MARCO DE TRABAJO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RELAVES

---

### 1.1. Resumen

Este capítulo presenta los elementos clave del marco de trabajo para administrar instalaciones de relaves de manera **segura, sostenible y responsable** con el ambiente.

La [figura 1](#) ofrece una visión general de los elementos esenciales del marco de administración de relaves aplicado a todas las fases del ciclo de vida de una instalación: concepción y planificación del proyecto, diseño, construcción inicial, operación y construcción en curso, cierre temporal o permanente, cierre y reapertura de instalaciones de relaves cerradas.

Los elementos del marco de administración de relaves son los siguientes:

- Política y compromiso (véase la *Parte 2*).
- Planificación (véase la *Parte 3*).
- Implementación del marco de trabajo para la administración de relaves (véase la *Parte 4*).
- Evaluación de desempeño (véase la *Parte 5*).
- Revisión administrativa para la mejora continua (véase la *Parte 6*).

También es parte integral del desarrollo y la implementación de un sistema de administración de relaves eficaz la supervisión proporcionada a través de un **programa de aseguramiento**. La garantía, que atraviesa todos los elementos del marco de administración de relaves, se analiza más a fondo en la *Parte 7*.

El marco de administración de relaves se basa en la definición que la norma ISO 14.001 hace de un sistema de administración ambiental, la cual incluye: una estructura organizativa, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener políticas.

De acuerdo con otros modelos de sistemas de gestión ambiental, el marco de administración de relaves sigue un ciclo que implica *planear, hacer, comprobar y actuar*; esto es, un modelo de administración para el control y la mejora continua.

- **Planear**: establecer objetivos, procesos y planes necesarios para cumplir con los objetivos (*política y compromiso; planificación*).
- **Hacer**: implementar procesos y planes dentro de un marco de administración estructurado (*implementación del marco de administración de relaves*).
- **Comprobar**: medir y monitorear todos los aspectos del desempeño y analizar e informar los resultados (*evaluación de desempeño*).
- **Actuar**: revisar el desempeño, identificar las áreas de no conformidad y las oportunidades de mejora. Tomar medidas para mantener y mejorar continuamente el sistema de administración (*revisión administrativa para la mejora continua*).

El ciclo se repite con el examen y la revisión correspondientes de los objetivos y con el ajuste de los procesos y los planes (véase la [figura 2](#)). Esto ayuda a impulsar la mejora continua, lo que conduce a una mejor protección ambiental y reduce el riesgo.

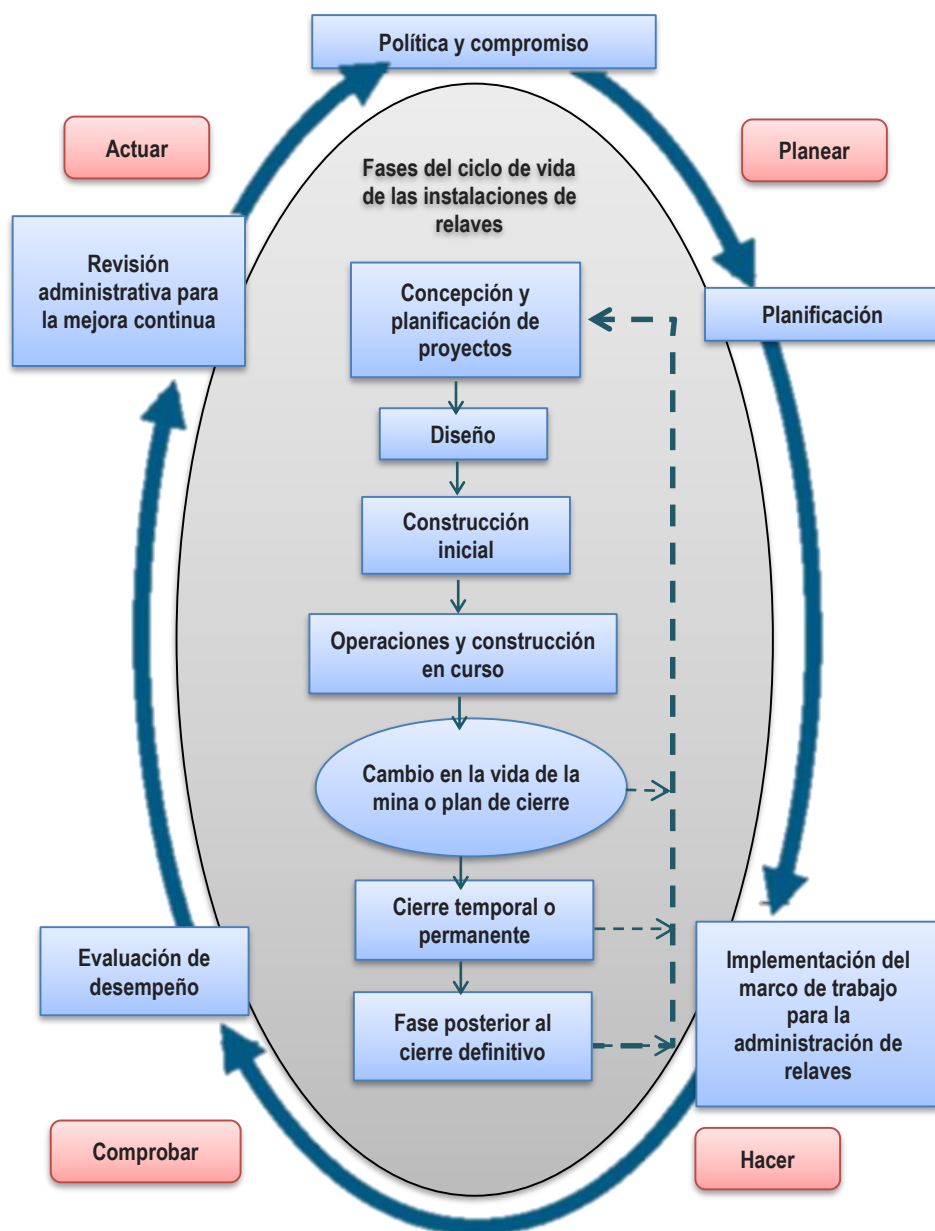


Figura 1. Elementos del marco de trabajo para la administración de relaves.

#### Fases en el ciclo de vida útil de una instalación de relaves.

**1. Concepción y planificación de proyectos:** comienza con la planificación de una mina y se integra con la concepción y la planificación del emplazamiento en general, incluido el plan de la mina y los destinados al procesamiento del mineral. La fase implica el uso de instrumentos rigurosos para la toma de decisiones que permitan respaldar la selección de la ubicación de la instalación de relaves y la BAT que se empleará para la administración de relaves.

**2. Diseño:** comienza una vez seleccionadas la ubicación y las BAT para la instalación de relaves, y se lleva a cabo junto con la planificación detallada de todos los aspectos de la mina. Se preparan diseños técnicos detallados para todos los aspectos de la instalación de relaves y la infraestructura asociada.

**3. Construcción inicial:** la construcción de estructuras e infraestructura que deben estar en vigor antes de que comience la deposición de relaves. Esto incluye, por ejemplo, el retiro de vegetación y material de recubrimiento, así como la construcción de represas iniciales, tuberías para relaves, rutas de acceso e infraestructura asociada para la gestión de los recursos hídricos.

**4. Operaciones y construcción en curso:** los residuos se transportan y se depositan en la instalación de relaves. Se pueden elevar las represas de relaves, o se pueden agregar nuevas celdas para relaves, según el diseño. De acuerdo con el plano global de la mina, esta fase puede coincidir, o no, con el período de operaciones comerciales de la mina.

**5. Mantenimiento y cuidado en espera:** ocurre cuando la mina ha cesado sus operaciones comerciales y no está ocurriendo la deposición de relaves en la instalación. El propietario tiene pensado reanudar las operaciones comerciales en el futuro, de modo que se sigue vigilando y controlando la instalación, pero ni esta ni la infraestructura asociada se ponen fuera de servicio, ni se implementa el plan de cierre definitivo.

**6. Cierre:** comienza cuando la deposición de relaves en la instalación cesa en forma permanente. La instalación y la infraestructura asociada se ponen fuera de servicio y se implementan los aspectos clave del plan de cierre definitivo, que incluyen:

- la transición de las operaciones al cierre permanente;
- el retiro de la infraestructura clave, como las tuberías;
- los cambios en la administración o el tratamiento de recursos hídricos;
- la remodelación o la reforestación de los relaves y estructuras de contención u otros elementos estructurales.

**7. Fase posterior al cierre definitivo:** comienza cuando el trabajo de desmantelamiento está completo, se han implementado aspectos clave del plan de cierre y la instalación ha pasado al mantenimiento y a la vigilancia a largo plazo. Durante la fase posterior al cierre definitivo, la responsabilidad por la instalación de relaves podría transferirse del propietario al control jurisdiccional.

*NOTA: Especialmente con respecto al cierre y la fase posterior a él, existen diversas definiciones legales en diferentes jurisdicciones. Estas definiciones se entienden estrictamente como definiciones de funciones, que caracterizan las actividades clave que diferencian estas fases.*

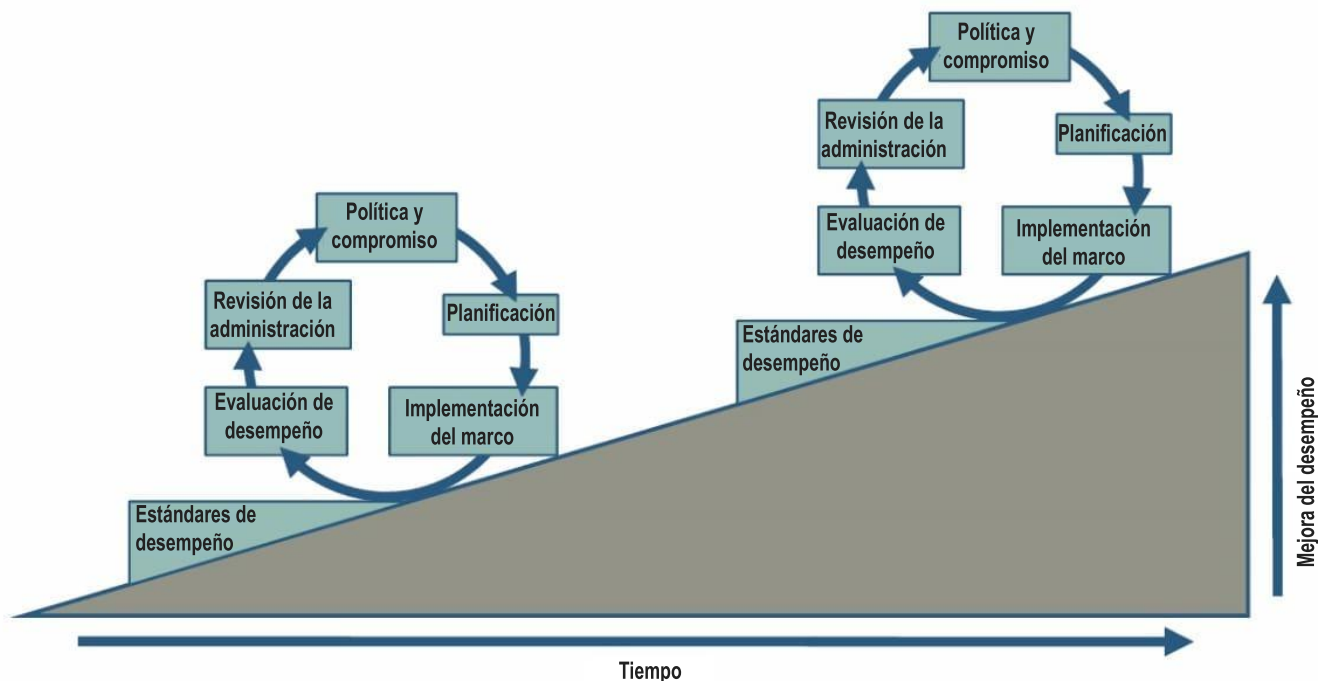


Figura 2. Mejora continua mediante la implementación del marco de administración de relaves.

## 1.2. Principios generales

### 1.2.1. Evaluación y gestión del riesgo

La evaluación y gestión del riesgo es esencial para el manejo eficaz de las instalaciones de relaves; es integral en todos los elementos del marco de administración y en todo el ciclo de vida. Deben identificarse los riesgos potenciales asociados con las instalaciones de relaves, incluidos los riesgos físicos y químicos, así como los operativos, los organizativos, los financieros y los de administración. Las instalaciones deben concebirse, diseñarse, construirse, operarse y cerrarse de manera que los riesgos se aborden de manera eficaz para lograr el objetivo de minimizar el daño.

Los riesgos deben **evaluarse constantemente** a lo largo de todo el ciclo de vida y como parte de cualquier cambio sustancial en la instalación de relaves, como la extensión de la vida de la mina o la suspensión temporal de las operaciones. A medida que cambia el perfil de riesgo de la instalación, las medidas de administración de estos también deben actualizarse.

“Riesgo” denota un impacto potencial negativo, perjudicial para las operaciones, el ambiente, la salud o la seguridad públicas, que puede derivar de un proceso actual o de un hecho futuro. La severidad o consecuencia potenciales del impacto y su probabilidad de ocurrencia se consideran al evaluar el riesgo.

Para las instalaciones nuevas y existentes, la evaluación de riesgos debe considerar los **impactos potenciales del cambio climático**, incluidos los eventos climáticos extremos (sequía prolongada o grandes precipitaciones). La gestión del riesgo debe incluir medidas para garantizar que las instalaciones de relaves sean lo suficientemente resistentes como para que los peligros potenciales se sigan controlando de forma adecuada en condiciones climáticas cambiantes, especialmente a largo plazo, luego del cierre y en la fase posterior a este<sup>2</sup>.

Un aspecto de la gestión del riesgo es la identificación, el desarrollo y la implementación de **controles críticos**, relacionados con la administración de las instalaciones de relaves que deben implementarse de modo eficaz, a fin de evitar que ocurra un incidente grave o para limitar las consecuencias si un incidente grave ocurriese.

Los pasos clave en la identificación, el desarrollo y la implementación de los controles críticos requieren llevar a cabo un sistema de administración de relaves y, además, identificar y evaluar:

- eventos potenciales con consecuencias no deseadas;
- modos de falla plausibles y otros riesgos asociados;
- controles críticos asociados con cada modo de falla plausible;
- indicadores de desempeño asociados con estos controles;
- acciones definidas y sistemáticas para implementar los controles;
- actividades para mantener, verificar e informar sobre la eficacia de los controles, y
- acciones predefinidas para la administración adaptable.

La implementación de una entidad de **gobernabilidad corporativa** adecuada, que incluya la implementación de un sistema de administración de relaves, es una forma de control crítico. Sin embargo, la mayoría de los otros controles críticos son más específicos para los riesgos asociados con una instalación de relaves dada. Así, algunos controles críticos pueden implementarse y monitorearse a nivel corporativo, mientras que otros se llevan a cabo y se monitorean en el nivel específico del emplazamiento. Los controles críticos se analizan con más detalle en la *Parte 3*.

### 1.2.2. BAT y BAP para la administración de relaves

La identificación e implementación de la tecnología de administración de relaves, incluida la aplicación de las BAT adecuadas al sitio, junto con la aplicación de las BAP, *son los pilares del logro de objetivos de desempeño y la gestión del riesgo*.

La selección de las BAT requiere la consideración de una gama de posibles tecnologías, para seleccionar la más apropiada que permita gestionar los riesgos de cada emplazamiento en particular. Hay muchos factores que deben considerarse al elegir las BAT, entre ellos:

- ¿Las probabilidades o las consecuencias de un fallo de una instalación de relaves son poco significativas?
- ¿Es necesaria la separación de materiales para abordar un potencial problema de índole geoquímica?
- ¿Cuánta agua se conservará en los relaves durante su transporte y deposición?
- ¿Existe la posibilidad de colocar relaves en áreas donde ya se han realizado trabajos mineros?
- ¿Determinada tecnología permite aprovechar mejor el uso de la tierra después de la explotación minera?

---

<sup>2</sup> En el *Apéndice 1* se proporciona orientación adicional sobre la evaluación y la gestión del riesgo.

Las BAP, por su parte, son prácticas aceptadas en todo el espectro de la administración de relaves para gestionar el riesgo y lograr el mejor resultado de una manera técnicamente sólida y económicamente eficiente. Los elementos de las BAP se pueden aplicar en diversas actividades, tales como:

- confirmación de parámetros geoquímicos y de diseño físico durante las operaciones, el cierre, la fase posterior al cierre y el ajuste;
- monitoreo estructural de las instalaciones de relaves para detectar movimiento o cambio;
- implementación de un sistema de administración de relaves;
- monitoreo para evaluar el desempeño contra los requerimientos de balance hídrico;
- realización de la revisión independiente.

.....

La mejor tecnología disponible (BAT) es la combinación de tecnologías y técnicas económicamente factible y que reduce, de manera eficaz, los riesgos físicos, geoquímicos, ecológicos, sociales, financieros y de reputación asociados con la administración de relaves a un nivel aceptable durante todas las fases del ciclo de vida, y que asimismo respalda una operación minera ambiental y económicamente viable.

.....

Para las nuevas instalaciones, y para aquellas donde la vida de la mina se extiende, los **objetivos de desempeño** y la **gestión de los riesgos potenciales** son factores clave en las fases conceptuales de planificación y de diseño. La selección de la tecnología de administración de relaves más apropiada y la ubicación de la instalación, mediante herramientas rigurosas de toma de decisiones para evaluar alternativas, proporciona las bases para la gestión del riesgo a futuro y el logro de objetivos de desempeño. En la fase de diseño, también se debería considerar la BAP que podría aplicarse durante todo el ciclo de vida de la instalación.

Para las instalaciones existentes, quizás no sea técnica o financieramente posible cambiar de modo radical la tecnología utilizada para la administración de relaves. Sin embargo, otros aspectos de la tecnología asociados con la administración de relaves deben volver a evaluarse a partir de los resultados de las evaluaciones de riesgos actualizadas y para analizar la tecnología en evolución que podría aplicarse para reducir aún más los riesgos actuales y futuros. *La BAP debe volver a evaluarse a lo largo de todo el ciclo de vida, con el objetivo de mejorar continuamente la administración de relaves.* También es necesario volver a evaluar las medidas de gestión a lo largo de todo el ciclo de vida para asegurar que sigan siendo pertinentes cuando cambien el perfil de riesgo o las condiciones ambientales o de operación de la instalación de relaves<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> En el *Apéndice 2* se proporciona orientación adicional sobre la integración de las BAT y las BAP. La evaluación de alternativas para la selección de la ubicación de las instalaciones de relaves y de las BAT se analiza en el *Apéndice 3*.

.....

La mejor práctica disponible/aplicable (BAP) abarca sistemas de administración, procedimientos operativos, técnicas y metodologías que, a través de la experiencia y la aplicación demostrada, han probado gestionar de forma fiable los riesgos y alcanzar los objetivos de desempeño de una manera técnicamente sólida y económicamente eficiente. La BAP es una filosofía operativa que abarca la mejora continua y la excelencia operativa, y se aplica de manera coherente durante la vida útil de una instalación, así como durante el período posterior al cierre definitivo.

.....

### 1.2.3. Revisión independiente

La **revisión independiente (RI) regular y sistemática** se reconoce como BAP para la administración responsable de instalaciones de relaves.

La RI proporciona a los propietarios comentarios independientes y objetivos de parte de expertos, así como consejos y recomendaciones para ayudar a identificar, comprender y gestionar los riesgos asociados con las instalaciones de relaves. El propósito principal de la RI es dar una opinión al director ejecutivo responsable del dueño con respecto a:

- la integridad / adecuación de la evaluación y comprensión del riesgo;
- la eficacia de la gobernabilidad y del sistema de administración de relaves;
- si la instalación de relaves se está administrando de manera eficaz sobre la base de las prácticas de una ingeniería sólida;
- si la evaluación del riesgo y el nivel aceptable de riesgo deben revisarse y actualizarse;
- si los conceptos y los criterios de diseño de la instalación son coherentes con los requisitos reglamentarios, las directrices de la industria y las mejores prácticas, así como con la teoría, la experiencia y las metodologías actuales;
- las áreas que se pueden mejorar en la administración de la instalación de relaves.

Los objetivos son:

- facilitar decisiones de manejo informadas con respecto a una instalación de relaves, para que los riesgos relacionados con estos se gestionen de manera responsable y de acuerdo con un estándar de atención aceptable;
- asegurar que el director ejecutivo responsable tenga una opinión de terceros sobre los riesgos, sobre el estado de la instalación de relaves y sobre la implementación del sistema de administración, independientemente de los equipos (empleados, consultores y contratistas) responsables de la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las instalaciones.

Como principio general del marco de administración de relaves, la RI se puede aplicar a todos los elementos del marco. También es aplicable durante todo el ciclo de vida de una instalación de relaves. El aporte de la RI debe buscarse desde las fases iniciales de la planificación y del diseño conceptual, y también debe emplearse para la revisión del desempeño después del cierre. Sin embargo, a lo largo del ciclo de vida de una instalación de relaves, y

conforme cambia el perfil de riesgo de una instalación, se debe reajustar el alcance y el enfoque de la RI para asegurar que siga siendo relevante y eficaz.

La RI estará a cargo de uno o más individuos adecuadamente calificados y experimentados, que no hayan estado directamente involucrados con el diseño ni la operación de la instalación de relaves específica que evaluará. Las calificaciones y la experiencia de los revisores deben estar alineadas con la complejidad y el perfil de riesgo de la instalación de relaves<sup>4</sup>.

#### 1.2.4. Diseño y operación para el cierre

Algunos de los posibles impactos y riesgos que plantea la minería podrían permanecer mucho tiempo después de que cesen las operaciones mineras. En particular, las instalaciones de relaves podrían plantear riesgos físicos y químicos permanentes. Por lo tanto, las instalaciones de relaves podrían representar un riesgo y una responsabilidad a largo plazo que deberían controlarse de manera responsable durante un periodo de tiempo prolongado, después de que cesen las operaciones mineras. Diseñar y operar para el cierre es una BAP para mitigar estos riesgos a largo plazo y reducir la responsabilidad.

Diseñar y operar para el cierre requiere una **visión a largo plazo**. Las instalaciones de relaves raramente se almacenan de manera temporal. Mientras que algunas pueden volver a explotarse para recuperar minerales adicionales de valor, deben concebirse, diseñarse, construirse, operarse y cerrarse *bajo el supuesto de que serán instalaciones permanentes*. Las instalaciones de relaves, diseñadas para el cierre, son auténticos relieves delineados para el futuro, destinados a permanecer física y químicamente estables a largo plazo. Es importante asegurar que las prioridades financieras u operativas a corto plazo no prevalezcan sobre un mejor diseño y prácticas operacionales que tendrían menores impactos, complejidad o riesgos a largo plazo<sup>5</sup>.

Diseñar y operar para el cierre es una práctica integral y tiene en cuenta todos los aspectos de la mina, no solo la instalación de relaves en sí. Por ejemplo, las decisiones de diseño y operación relacionadas con la operación minera y el procesamiento de mineral pueden afectar tanto la cantidad como las características físicas y químicas de los relaves y el agua asociada, y pueden tener implicaciones a largo plazo para la administración de los relaves, la cual empieza en la operación, en la planificación de la mina y en la planta procesadora de minerales.

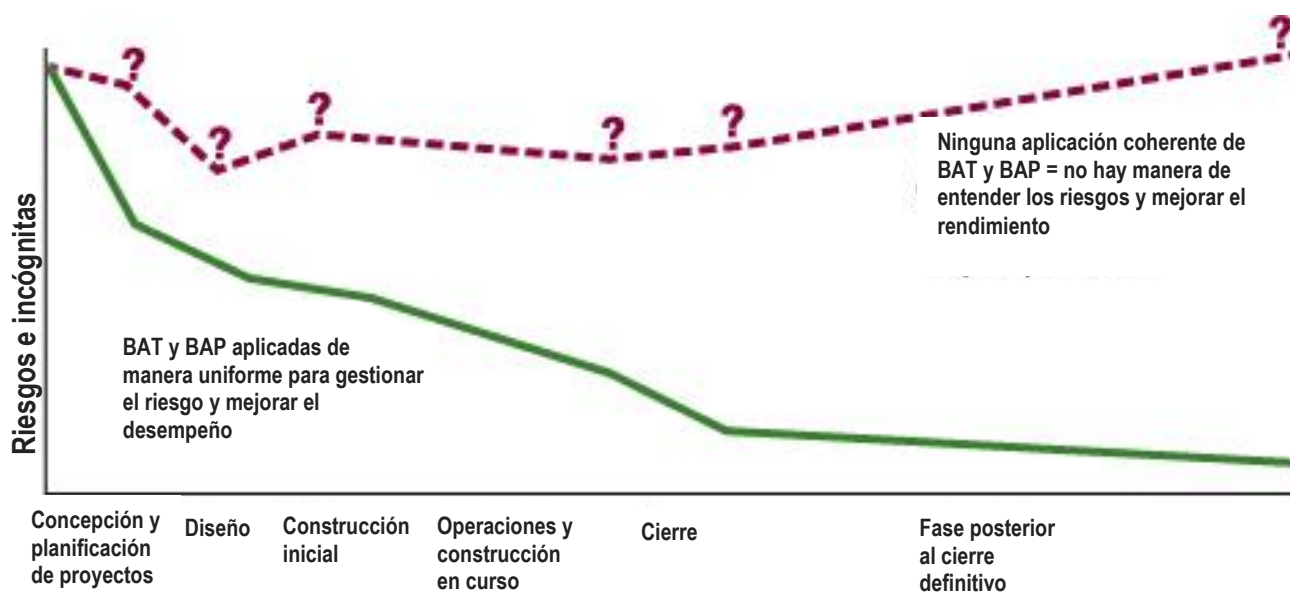
Cuanto más temprano se reduzcan los peligros de los relaves y las incógnitas asociadas, mayor será la posibilidad de alcanzar los objetivos de cierre a largo plazo. Por lo tanto, la planificación y el diseño para el cierre se deben iniciar en la fase de concepción y planificación del proyecto del ciclo de vida. La **figura 3** ilustra la importancia de la planificación para el cierre y la aplicación de las BAT y las BAP a lo largo de todo el ciclo de vida. Por ejemplo, al seleccionar la combinación más apropiada de tecnología y ubicación de la instalación de relaves para un emplazamiento determinado al principio, se reducirán los riesgos y se minimizará la responsabilidad del cierre.

---

<sup>4</sup> En el Apéndice 4 se proporciona orientación adicional sobre la RI.

<sup>5</sup> El gobierno australiano (*Programa de desarrollo sostenible para la industria minera: administración de relaves*, 2016) declara que: “El análisis económico convencional puede conducir a minimizar el gasto de capital inicial y a diferir los costos de rehabilitación. El análisis del valor neto actual descuenta el costo presente de los gastos futuros en el cierre, la rehabilitación y la administración posterior al cierre. Por lo tanto, si se adopta esta perspectiva económica a corto plazo, sin tener en cuenta los costos sociales y ambientales a más largo plazo, hay poca motivación para invertir más sustancialmente en la fase de desarrollo para evitar o reducir los gastos en la fase de cierre. Sin embargo, existen varias razones para aplicar la práctica más utilizada durante la primera etapa de desarrollo y para diseñar y operar la TSF a fin de lograr resultados óptimos de cierre”.

Una instalación de relaves cerrada es una que ya no se utiliza para la deposición, con la expectativa de que ya no se empleará para tal fin en el futuro. La infraestructura para el procesamiento de minerales o la mina con la que está asociada la instalación de relaves puede cerrarse o no.



**Figura 3. Práctica de manejo de riesgos durante la vida de la mina.** La figura muestra la importancia de las buenas decisiones a principios del ciclo de vida de una instalación de relaves, pero no considera las prácticas contables utilizadas en la planificación de la mina, particularmente la aplicación de las tasas de descuento a los costos a más largo plazo. El uso de dichas prácticas puede minimizar, desde una perspectiva de planificación financiera, la importancia de la inversión inicial en la gestión a largo plazo de los impactos y riesgos. Al mismo tiempo, si todos los proyectos potenciales se volvieran tan reacios al riesgo que las consideraciones financieras no tuvieran papel en las prácticas de administración, los beneficios de la minería para la sociedad no se lograrían. Se requiere un equilibrio y un proceso de decisión transparente; la RI ayudará a lograr, demostrar y comunicar este equilibrio. (Adaptado del Consejo Internacional de Minería y Metales, 2008: *Planificación para el cierre integrado de minas: instrumentos*).

Después de tomar decisiones clave sobre la selección de la tecnología de administración de relaves y la ubicación para su instalación, los planes de cierre deben seguir evolucionando y refinarse con más detalle, considerando las modificaciones en el plan de la mina, los cambios reglamentarios, un perfil de riesgo variable de la instalación de relaves, el estado de las actividades de recuperación progresiva y los cambios en las expectativas de las COI.

Las instalaciones de relaves en cuyo diseño original no se establecieron objetivos de cierre, como las que ya funcionan desde hace varias décadas, pueden ajustar sus prácticas de administración o adoptar nuevas tecnologías (por ejemplo, la segregación si los relaves tienen un alto potencial de impacto en la calidad del agua), para reducir el riesgo y mejorar la posición de la instalación para el cierre. La revisión regular de tales oportunidades es fundamental para la mejora continua.

### 1.3. Administración a lo largo de la vida útil de una instalación de relaves

Las empresas mineras se enfrentan al desafío de administrar las instalaciones de relaves de manera eficaz y eficiente durante su ciclo de vida, desde la concepción y planificación del proyecto hasta el diseño<sup>6</sup>, durante la construcción inicial, las operaciones y la construcción en curso, hasta el cierre eventual y la fase posterior a dicho cierre<sup>7</sup> (figura 1).

Las instalaciones de relaves siguen cambiando y evolucionando a lo largo de su vida, y el ciclo de una instalación raramente es una simple progresión lineal de una fase a la siguiente. Por ejemplo, si bien la construcción es una fase discreta para la mayoría de los aspectos de una mina, en una instalación típica de relaves las actividades continúan durante toda la vida útil de aquella, a medida que las presas u otras estructuras de contención se elevan, o se amplían las instalaciones para acomodar volúmenes crecientes de relaves. Esto es diferente de otros tipos de estructuras de contención, como represas de hidroelectricidad o de administración de recursos hídricos, las cuales suelen construirse teniendo en mente la configuración final desde el principio. Además, dentro de la fase operativa pueden producirse cambios que no se esperaban al comienzo de la vida de la mina, como la ampliación del área de las instalaciones de relaves, suspensiones de cuidado y mantenimiento (y subsiguientes reinicios), cambios de procesos y tecnología, entre otros, por lo que la administración eficaz del riesgo y la gestión del cambio se tornan mucho más importantes.

La escala de tiempo del ciclo de vida puede extenderse por un periodo prolongado para llegar al final de la fase de las operaciones y de la construcción en curso. En algunos casos, los relaves se podrían volver a procesar en el futuro a medida que la tecnología mejore y los precios de los productos básicos aumenten. Así, muchos aspectos de la administración de relaves no son predecibles en la concepción de la mina.

.....  
El cambio en sí mismo es una fuente clave de riesgo para las  
instalaciones de relaves, y se debe gestionar con eficacia. Los enfoques  
sistemáticos de administración basados en el riesgo proporcionan un  
medio para navegar estos aspectos del ciclo de vida minera.  
.....

En cada fase del ciclo de vida de la instalación de relaves, la implementación de un sistema de administración requiere que las acciones se planifiquen y apliquen en el contexto de políticas y compromisos, con mecanismos de medición del desempeño e informes.

Por lo general, la responsabilidad de la administración tendrá diferentes funciones durante las distintas fases de su ciclo de vida. Por ejemplo, un equipo puede dirigir el diseño, otro la construcción inicial, otro durante la fase de operación y de construcción en curso, y otro equipo para la fase de cierre. Durante el período posterior al cierre, la instalación puede pasar

---

<sup>6</sup> La concepción y planificación del proyecto y las fases de diseño abarcan etapas clave en el proceso de planificación de la mina: estudio previo de alcance, estudio de alcance, estudio previo de viabilidad y estudio de viabilidad. Por lo tanto, así como la planificación de la mina conceptual comienza en los pasos previos al estudio de alcance y durante él, la planificación para la administración de relaves también debe comenzar en estos pasos.

<sup>7</sup> La fase de cierre y aquella posterior a esta corresponden a la fase de cierre general, según se describe en el boletín técnico de la Canadian Dam Association (CDA): *Aplicación de las pautas de seguridad para represas a las represas mineras*. La fase de cierre, tal como se define en esta guía, corresponde a la **fase de transición** definida por la CDA, y la fase posterior al cierre, a las **fases de cierre activo y pasivo**.

de la atención y administración activas a una modalidad más pasiva, pero puede seguir siendo necesario algún nivel de vigilancia y mantenimiento. Es posible que ocurra la transferencia de la propiedad de la instalación, pero será necesaria la continuidad de algún grado de vigilancia y mantenimiento en curso para asegurar que los riesgos continúen gestionándose apropiadamente.

En consecuencia, es esencial contar con un sistema de administración establecido que garantice que los elementos / fundamentos del diseño, los principios operativos y las restricciones, los procesos de evaluación y manejo de riesgos y los controles críticos asociados se transmitan sistemáticamente a los equipos de administración posteriores, para garantizar que los riesgos se gestionen de forma eficaz y que no se introduzcan otros nuevos, desconocidos, al perder los datos de diseño originales y la intención<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> En el *Apéndice 5* se proporciona información adicional sobre la administración durante el ciclo de vida de una instalación de relaves.

## PARTE 2

### POLÍTICA Y COMPROMISO

---

Cada propietario debe establecer una política de administración y compromisos que cumplan con los requisitos específicos aplicables a su gama de instalaciones de relaves. Deben desarrollar sus compromisos de la manera que mejor satisfaga sus necesidades y según el enfoque de administración corporativa, mientras que los abordan con los reguladores y sus COI.

Cada propietario debe demostrar su compromiso con:

- la protección de la salud y de la seguridad públicas;
- la administración responsable de los relaves a fin de minimizar daños;
- la asignación de recursos apropiados para apoyar actividades de administración de relaves;
- la implementación de un sistema de administración a través de las acciones de sus empleados, contratistas y consultores.

Para cada instalación en particular, el propietario también debe desarrollar compromisos más específicos. Es probable que estos compromisos adicionales adopten la forma siguiente:

- Planificar, diseñar, construir y operar instalaciones de relaves de manera que reduzcan los impactos a largo plazo, los riesgos y la responsabilidad.
- Asegurarse de que la administración de relaves cumpla con los requisitos reglamentarios y se ajuste a una práctica de ingeniería razonable y prudente, a los criterios de diseño de conjuntos, a las normas y/o directrices de la compañía y al sistema de administración del propietario.
- Trabajar con las COI, teniendo en cuenta sus consideraciones en relación con el diseño (incluida la ubicación), la operación y la administración de la instalación de relaves.
- Administrar instalaciones de relaves acorde con los riesgos que plantean a través de la implementación de las BAT y las BAP, con el objetivo de minimizar los daños y cumplir con los requisitos de desempeño, gobierno corporativo, ambiente y sociales.
- Administrar todos los sólidos y toda el agua dentro de las áreas designadas.
- Establecer un programa continuo de revisión, que involucre el monitoreo independiente, y la mejora continua en cuanto a la salud, la seguridad y el desempeño ambiental mediante el manejo de los riesgos asociados con cada instalación de relaves.
- Implementar el nivel de responsabilidad, autoridad y competencia para la toma de decisiones apropiada al nivel de riesgo que cada decisión implica.

La política y los compromisos deben:

- revisarse y aprobarse, tarea a cargo de la Junta Directiva o el nivel de gobernabilidad (ver en la *Parte 3*, el apartado 3.3);
- comunicarse a los empleados;
- ser claros para los empleados y contratistas cuyas obligaciones, directa o indirectamente, puedan afectar la seguridad de las instalaciones de relaves;
- comunicarse a las COI;
- implementarse de acuerdo con la asignación presupuestaria.

---

Una política de administración de relaves no necesita ser un documento autónomo y puede ser parte de una política general de operación, de ambiente o de desarrollo sostenible de la compañía, siempre y cuando dicha política contenga una referencia específica al manejo de relaves e incluya las políticas y los compromisos que se detallan en este documento.

Algunos propietarios pueden tener varias políticas para atender diferentes necesidades. La clave es que toda la información necesaria esté documentada. Depende del propietario decidir cómo organizar mejor esta información.

---

## PARTE 3

# PLANIFICACIÓN

---

### 3.1. Gestión del riesgo

La identificación y la mitigación del riesgo son principios fundamentales para una buena administración, y esto se aplica al manejo de relaves (ver la *Parte 1*). Las evaluaciones de riesgo deben completarse en la frecuencia requerida para cumplir con los objetivos de administración establecidos para cualquier instalación. El nivel aceptable de riesgo debe definirse en el contexto de la instalación y para la etapa de la vida en la que esta se encuentra, teniendo en cuenta la probabilidad y la consecuencia de una falla catastrófica, así como las perspectivas del propietario, de los reguladores y de las COI.

La evaluación y la gestión del riesgo deben tener en cuenta:

- el riesgo físico y químico de la instalación de relaves;
- los riesgos ambientales como terremotos, derrumbes o avalanchas, que podrían afectar la instalación;
- otros riesgos externos al propietario y la instalación, como los relacionados con normativa y permisos (por ejemplo, no obtener permisos de manera oportuna o que no estén alineados con el diseño propuesto de la instalación de relaves).

Se debe preparar y documentar un plan de gestión del riesgo de manera que describa los resultados de la evaluación y las medidas de mitigación para:

- eliminar o evitar riesgos, en la medida de lo posible;
- reducir el riesgo mediante la disminución de la probabilidad o de la consecuencia potencial de un evento o una condición no deseados que plantean un riesgo;
- detectar, responder y minimizar las consecuencias si ocurre un evento o condición no deseados que plantean un riesgo.

El desarrollo de un plan conceptual de gestión del riesgo debería comenzar en la fase de concepción y planificación del proyecto de las nuevas instalaciones y ampliaciones de las ya existentes, y refinarse y desarrollarse con mayor detalle durante la fase de diseño.

Para todas las operaciones, la evaluación y el plan de gestión del riesgo deben revisarse y actualizarse regularmente, según corresponda, durante el ciclo de vida de la instalación de relaves. El plan también debe revisarse y actualizarse en el caso de que haya cambios que no se esperaban en la fase inicial, tales como extensiones de vida de la mina, suspensiones del cuidado y mantenimiento (y reinicios subsiguientes), cambios en el mineral tratado o en el proceso y la tecnología, etcétera.

### 3.2. Objetivos de desempeño

Para la instalación de relaves, es importante establecer y documentar los objetivos, los indicadores y las medidas de desempeño para la instalación de relaves según:

- los requisitos ambientales;
- la evaluación del riesgo y el nivel de impacto y riesgo aceptables;
- el plan de gestión del riesgo.

Los objetivos e indicadores de desempeño deben estar alineados con el sistema de administración de relaves del propietario y la política o los compromisos, las normas y/o directrices, los requisitos reglamentarios, los compromisos con las COI y las prácticas sólidas de ingeniería y ambiente.

Los objetivos e indicadores de desempeño deben desarrollarse para todo el ciclo de vida de la instalación de relaves, incluida la planificación de posibles cierres temporales y eventuales cierres permanentes, y deberían abordar:

- la protección de la salud y la seguridad de los empleados y de las personas en general;
- los propósitos y los criterios de diseño, como los objetivos geotécnicos, geoquímicos, operativos, comunitarios y de rendimiento ambiental que se espera que la instalación de relaves alcance;
- la mitigación de los impactos ambientales negativos al garantizar la estabilidad física y química continua de todos los componentes y/o las estructuras;
- el uso aceptable posterior al cierre definitivo, dentro de un marco de trabajo técnico y económico viable.

Para las nuevas instalaciones o instalaciones en expansión, los objetivos de desempeño deben establecerse tempranamente en las fases de la planificación y del diseño conceptual. Las evaluaciones de alternativas para la localización de instalaciones y la tecnología de administración de relaves deben tener en cuenta estos objetivos de desempeño.

### 3.3. Responsabilidad y obligaciones

Debido a la cantidad de personas involucradas y a la variedad de roles relacionados con la administración de relaves, es importante que la responsabilidad y las obligaciones estén claramente definidas y en vigor para todas las medidas que se adopten en relación con ella. Las decisiones deben estar a cargo de personas que tengan clara responsabilidad u obligaciones en la administración de relaves, debidamente calificadas y con probada experiencia. Es esencial que estas personas comprendan (acorde a su responsabilidad y nivel de autoridad) cómo se planifica, diseña, construye y opera la instalación de relaves. Esto incluye los riesgos planteados por la instalación, el proceso de manejo de dichos riesgos, la administración de los controles críticos y las limitaciones operacionales.

Las circunstancias de cada propietario y la instalación de relaves varían y, por lo tanto, la estructura de gobierno y la organización deben adaptarse adecuadamente a las necesidades de cada uno. Como mínimo, sin embargo, las responsabilidades, las obligaciones, la autoridad y los roles deben estar claramente definidos y documentados para que puedan revisarlos:

- la Junta Directiva del propietario o nivel de gobernabilidad;
- el director ejecutivo responsable;
- la(s) persona(s) responsable(s);
- el ingeniero de registro (EoR);
- los revisores independientes.

También es esencial que el propietario entienda las funciones y el mandato de todas las **agencias reguladoras** pertinentes, y tenga una comprensión clara del **marco reglamentario** dentro del cual se planifica, diseña, se construye, se opera y se cierra la instalación de relaves.

**Junta Directiva del propietario o nivel de gobernabilidad.** En última instancia, la rendición de cuentas de las decisiones relacionadas con la administración de relaves depende de la Junta Directiva o del nivel de gobernabilidad del propietario. Esto dependerá, a su vez, del tamaño y la estructura de la empresa.

El papel y la responsabilidad de la Junta Directiva o el nivel de gobernabilidad frente al director ejecutivo responsable *están determinados por el propietario y debe documentarse.*

.....

Para las grandes empresas multinacionales con sede en el exterior del país en el que se encuentra la instalación de relaves, el nivel de gobernabilidad podría ser equivalente al **comité o junta de más alto nivel** dentro de ese país, cuya función es supervisar y revisar las actividades de manejo de relaves.

.....

La responsabilidad local es importante e indelegable, pero resultará sustancial incluir un control corporativo como un paso más de un proceso, con el fin de que no quede solo en manos del *management* local.

**Director ejecutivo responsable.** La Junta Directiva o el nivel de gobernabilidad designan a un director ejecutivo responsable para la administración de relaves. Este oficial:

- debe ser consciente de los resultados clave de las evaluaciones de riesgo de las instalaciones de relaves y de cómo se están manejando estos riesgos;
- tiene la responsabilidad y la obligación de establecer una estructura de administración apropiada;
- asigna la responsabilidad y autoridad presupuestaria adecuada para el manejo de relaves y define las obligaciones, las responsabilidades y las relaciones de información del personal, con el apoyo de descripciones de puestos y organigramas, de manera de implementar el sistema de administración a través de todas las etapas del ciclo de vida de la instalación;
- proporciona garantías al propietario y a sus COI de que las instalaciones de relaves se administran de manera responsable.

**Persona(s) responsable(s).** Como mínimo, el propietario debe designar a una persona responsable para cada instalación de relaves. Durante la construcción inicial, las operaciones y la construcción permanente, debe haber una persona responsable que esté disponible de forma inmediata en todo momento. Esta persona tiene una responsabilidad claramente definida y asignada con respecto a la administración de relaves, así como calificaciones apropiadas. También es conveniente designar a un responsable a nivel corporativo, quien identifica el alcance de los requerimientos de trabajo y presupuesto (sujeto a aprobación final) para todos los aspectos de la administración de relaves—entre los que se encuentran los del ingeniero de registro—, y delegará tareas y responsabilidades específicas relacionadas con la administración de relaves a personal calificado.

**Ingeniero de registro (EoR).** El propietario, al garantizar que una instalación de relaves es segura, tiene la responsabilidad de identificar y contratar a un ingeniero de registro (EoR), que brindará dirección técnica en su nombre.

El EoR verifica que la instalación de relaves (o sus componentes) se haya:

- diseñado de acuerdo con los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios;
- construido según la intención del diseño, los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios, y que funcione durante todo el ciclo de vida del mismo modo.

En el caso de instalaciones de relaves que incluyan estructuras de contención o represas, el EoR es responsable de las inspecciones de seguridad y de los informes asociados. El EoR debe también participar en las evaluaciones de riesgos de la instalación y debe estar disponible para abordar las inquietudes de los revisores independientes y, en el caso de instalaciones con estructuras de retención, para realizar revisiones de seguridad de las represas. El EoR desempeña estas actividades como parte del proceso de aseguramiento más general del propietario, según se describe en la *Parte 7*.

El EoR debe tener experiencia y conocimiento proporcionales a los requisitos de gestión del riesgo para la instalación. En este sentido, debe contar con las calificaciones apropiadas, lo cual incluye certificaciones profesionales relevantes para la jurisdicción en la que se encuentra la instalación de relaves (por ejemplo, matrícula de ingeniero profesional en la provincia o territorio donde se encuentre la instalación).

**Revisores independientes.** Proporcionan al propietario comentarios, consejos y recomendaciones independientes, objetivos y de expertos, para ayudar en la identificación, la comprensión y la gestión de los riesgos asociados con las instalaciones de relaves, así como con la implementación del sistema de administración. Los revisores independientes no tienen autoridad para tomar decisiones. La responsabilidad y el deber de las decisiones recaen sobre el propietario.

Los revisores independientes son terceros que no están ni han estado directamente involucrados con el diseño ni la operación de una instalación de relaves en particular.

## 3.4. Proceso de administración

### 3.4.1. Gestión de la conformidad

El propietario debe documentar e implementar procesos de gestión de la conformidad para asegurar que:

- se identifiquen, documenten, comprendan y comuniquen eficazmente los reglamentos, permisos y compromisos aplicables;
- se identifiquen, documenten, implementen y revisen las políticas, directrices, normas y prácticas del propietario;
- los responsables de la conformidad entiendan el plan de gestión de esta y tengan la capacitación y la competencia necesarias;
- se hayan establecido, implementado, documentado y comunicado procedimientos para evaluar el estado de conformidad, tal como se requiere para una administración responsable de la instalación.

En caso de incumplimiento, el propietario deberá:

- informar la no conformidad, a nivel interno y externo, según corresponda;
- determinar las causas de la no conformidad, e identificar e implementar medidas correctivas;

- abordar las consecuencias de la no conformidad, incluida la mitigación de los impactos ambientales;
- revisar la eficacia de las medidas para corregir la no conformidad;
- hacer los cambios necesarios en el sistema de administración de relaves para evitar futuros incumplimientos.

La naturaleza de los eventos de no conformidad debe documentarse junto con las acciones correctivas tomadas y los resultados de las acciones correctivas.

### 3.4.2. Gestión del cambio

El propietario debe documentar e implementar procesos de gestión del cambio para resguardar la integridad de la instalación de relaves y el sistema de administración, lo cual incluye modificaciones en los siguientes aspectos:

- Diseños y planes aprobados, incluidos los cambios temporales, y ampliaciones de las instalaciones de relaves.
- Propiedad de la instalación.
- Personas involucradas o roles de empleados, contratistas y consultores con funciones clave relacionadas con la instalación de relaves, incluido el director ejecutivo responsable, las personas a cargo, el ingeniero de registro y los revisores independientes.
- Condiciones que puedan afectar el funcionamiento o mantenimiento en curso de la instalación de relaves, incluida la suspensión temporal de las operaciones mineras.
- Plan de cierre definitivo.
- Requisitos reglamentarios.
- Otros cambios potencialmente significativos para los riesgos asociados a la instalación de relaves y su administración (es decir, los cambios que tienen el potencial de transformar, en las fases presentes o futuras del ciclo de vida, el desempeño o el perfil de riesgo de la instalación o sus partes componentes).

Los procesos de gestión del cambio deben incluir la planificación de la sucesión para las funciones clave relacionadas con la administración de relaves, incluida la persona responsable, el ingeniero de registro y el revisor independiente. Para funciones externas, tales como el ingeniero de registro y el revisor independiente, esto podría incluir términos de referencia documentados, descripciones de las calificaciones requeridas y un proceso instruido para ocupar roles externos en caso de cambio.

Deben revisarse las modificaciones que podrían afectar el perfil de riesgo de una instalación de relaves y evaluar los impactos potenciales. Los cambios deben estar aprobados por todas las personas relevantes (por ejemplo, el ingeniero de registro, la persona responsable, el personal involucrado en la administración de relaves y actividades relacionadas y el director ejecutivo a cargo, según corresponda). En particular, si se proponen transformaciones en el diseño original o presente de la instalación de relaves (por ejemplo, cambios en las especificaciones de construcción de represas), será necesario documentarlas cuidadosamente y evaluar los riesgos en las fases presente y futura del ciclo de vida.

Dependiendo de la naturaleza de la transformación y del impacto potencial, se recomienda la **revisión independiente (RI)** del cambio propuesto (ver también el *Apéndice 4*). Antes de su implementación, debe contar con aprobación a un nivel proporcional a su impacto potencial.

Si se proponen otros cambios, por ejemplo, en los planes y procedimientos, también se deben evaluar sus impactos potenciales y deben contar con la aprobación apropiada antes de la implementación. *Los cambios deben documentarse.*

### 3.4.3. Controles

**Controles críticos.** Los controles críticos son controles de riesgo específicos del emplazamiento y del nivel de gobierno, así como las medidas de desempeño asociadas, que definen acciones destinadas a asistir en la gestión del riesgo de alto impacto relacionados con una instalación de relaves. Pueden ser de índole **técnica, operativa o de gobernabilidad**.

El manejo de controles críticos es un abordaje de gobernabilidad de la gestión del riesgo, con consecuencias grandes que surgen en una operación o una actividad comercial. Está diseñado para proporcionar un alto nivel de seguridad contra la ocurrencia de eventos de consecuencias importantes, según lo definido por el propietario y su ingeniero de registro, con aportes de la RI.

Los controles de riesgo son medidas que se establecen para:

- **prevenir o reducir** la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, y
- **reducir al mínimo o mitigar** las consecuencias negativas, si el evento no deseado ocurre.

En el contexto de la administración de relaves, los controles críticos son un subconjunto de controles de riesgo que *evitan eventos con consecuencias importantes*.

La designación de controles críticos es una actividad específica de cada propietario y cada instalación de relaves. Los controles de riesgo normalmente se designan como controles críticos si:

- su implementación reduciría considerablemente la probabilidad o las consecuencias de un evento o una condición no deseados, que supongan un riesgo inaceptable (consulte el *Apéndice 1*);
- por el contrario, su eliminación o falla aumentarían considerablemente la probabilidad o las consecuencias de un evento o una condición no deseados, que supongan un riesgo inaceptable (a pesar de la presencia de otros controles);
- prevendrían más de una modalidad de falla o atenuarían más de una consecuencia;
- otros controles dependieran de ellos.

Se deben implementar procesos para la **administración de controles críticos**. Los elementos clave de estos procesos son los siguientes:

- identificación de posibles causas y modalidades de falla usando técnicas de evaluación de riesgos (consulte el *Apéndice 1*);
- identificación de controles de riesgo asociados con posibles causas y modalidades de falla;
- identificación de aquellos controles de riesgo considerados críticos para el propietario y la instalación;
- la designación de un “propietario del riesgo” y un “propietario del control crítico” para ese riesgo;

- definición de los controles críticos y sus criterios de desempeño, indicadores de desempeño medibles y requisitos de vigilancia;
- identificación de las acciones predefinidas que se ejecutarán si se pierde el control;
- verificación de la ejecución de controles críticos por parte del propietario o de la persona designada, con una frecuencia proporcional a la de la ejecución del control;
- comunicación de deficiencias en los controles críticos a la (las) persona(s) responsable(s) y, si corresponde, al director ejecutivo a cargo, e identificación de acciones para abordar esas deficiencias;
- seguimiento de la implementación de acciones para abordar deficiencias en los controles críticos y comunicación a la (las) persona(s) responsable(s) y, si corresponde, al director ejecutivo a cargo;
- revisión y actualización periódicas de controles de riesgo y controles críticos, según las evaluaciones de riesgos actualizadas, los planes de gestión del riesgo y el desempeño previo.

**Gestión de calidad.** La gestión de calidad tiene dos componentes clave: el **aseguramiento de la calidad (QA)** y el **control de calidad (QC)**. Si bien estos dos componentes están estrechamente relacionados, son diferentes.

A modo de ejemplo, un plan de QA para la construcción de una represa de relaves u otra estructura de contención establece las especificaciones (determinadas en la fase de diseño) de todos los aspectos de la construcción, como el detalle de los materiales que se utilizarán. Un plan de QC, en tanto, describe los procedimientos para garantizar que se cumplan estas especificaciones y para abordar los casos en que no se cumplan. El objetivo global es avalar que la represa se construya de acuerdo con los principios de diseño y eliminar los riesgos que surgirían si esta se construyera sin tener en cuenta los estándares.

Si bien los planes de QA y QC pueden estar separados, o combinarse en un plan de gestión de calidad, es importante *que ambos componentes estén descritos y documentados*.

La gestión de calidad debe abordar diversos aspectos relacionados con la instalación de relaves, como las prácticas de construcción, operación, mantenimiento y vigilancia durante su vida útil.

El control de la información documentada se aborda más adelante en este documento, pero un aspecto propio de él está vinculado a la gestión de calidad. Es importante conservar los registros de diseño y ejecución para todos los aspectos de la construcción de las instalaciones de relaves, durante todo el tiempo que dure su ciclo de vida útil. Esto debe incluir revisiones de planos de la construcción, resultados de pruebas, actas de reuniones, fotografías de la construcción, registros de control y cualquier otra información pertinente.

**Controles operativos.** Los controles operativos se describen en un **manual de operación, mantenimiento y vigilancia (OMS)**. Se debe confeccionar un manual de OMS para cada instalación de relaves, que describa los requisitos para la operación, el mantenimiento y la vigilancia permanentes, según el diseño técnico y los aspectos del emplazamiento presentes.

.....

El manual de OMS documenta y comunica de manera clara las prácticas operativas responsables a los operadores y al personal a cargo de la instalación de relaves.

.....

Al ser un componente clave de la operación, el manual de OMS abarca o menciona otros planes relacionados con diversos aspectos de la operación de la instalación de relaves. Estos planes también se deben desarrollar y documentar (consulte el *Apéndice 6*):

- plan de transporte y deposición de relaves;
- plan de administración de recursos hídricos, y
- plan de cierre definitivo.

Los controles de riesgo y los controles críticos están documentados en el manual de OMS junto con los criterios e indicadores de desempeño asociados, así como las descripciones de las acciones que se realizarán si se pierde el control.

Al ser un componente clave de la vigilancia, el manual de OMS documenta mediciones del desempeño propias de la instalación como indicadores de progreso en materia de acciones administrativas y objetivos. Estas mediciones abarcan indicadores de desempeño técnico y otros ligados a acciones administrativas, incluidas las actividades de mantenimiento<sup>9</sup>.

### 3.4.4. Recursos

Para la implementación eficaz y eficiente de un sistema de administración de relaves, que incluye la retirada del servicio y el cierre definitivo eventuales, así como la gestión sostenida después de dicho cierre, el propietario debe identificar, asegurar y revisar periódicamente la adecuación de:

- los recursos humanos, y los contratistas y consultores externos;
- la condición, función e idoneidad del equipo;
- los recursos financieros, y
- los cronogramas de actividades que abarcan los requisitos obligatorios relacionados con la administración de relaves.

Algunas actividades para programar son el cronograma de construcción, el acceso al material, revisiones e inspecciones de una construcción, así como cualquier otro elemento fundamental para la implementación satisfactoria del sistema de administración de relaves.

También se deben establecer medidas de control financiero, control de información documentada, capacitación y competencia profesional y comunicaciones, tal como se describe con más detalle a continuación.

**Control financiero.** Es preciso establecer y documentar un presupuesto para la administración de relaves, teniendo en cuenta las necesidades a corto y a largo plazo para un manejo responsable y eficaz durante todo el ciclo de vida útil.

Se hace asimismo necesario establecer y documentar controles financieros asociados, obtener la aprobación del presupuesto y comparar los costos operativos y de capital frente a los presupuestados. Además, con una frecuencia documentada y adecuada a la instalación y a la fase de su ciclo de vida útil, volver a evaluar la disposición sobre retirada del servicio y sobre reciclaje que tiene cada instalación, en consonancia con todos los reglamentos y compromisos correspondientes.

---

<sup>9</sup> Para más información sobre el desarrollo de un manual de OMS, consulte Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y vigilancia para las instalaciones de administración de relaves y de recursos hídricos de MAC.

**Control de la información documentada.** Para **documentos actuales**, el acceso a información documentada actualizada y precisa, y el uso de esta, son componentes fundamentales para garantizar la administración segura de una instalación de relaves. Se debe controlar la información que la organización considere necesaria para la eficacia del sistema de administración de relaves durante el ciclo de vida útil. Los propietarios deben establecer e implementar un proceso para garantizar que se cree, mantenga, conserve y archive la información documentada.

Al crear y mantener información documentada, el propietario debe garantizar una adecuada:

- identificación y descripción (por ejemplo, título, fecha, autor, número de referencia), y
- revisión y aprobación.

.....

La información documentada debe ser accesible y debe estar adecuadamente protegida. Se deben eliminar y archivar las versiones obsoletas de documentos actuales.

.....

En cuanto a la **conservación de registros**, los propietarios deben desarrollar e implementar un proceso para identificar los que sean potencialmente útiles para la administración futura de la instalación de relaves. Estos registros *deben conservarse y no destruirse*. Pueden incluir observaciones relacionadas con la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el cierre definitivo de instalaciones de relaves, así como registros de vigilancia y control.

.....

Los registros que se conservan deben protegerse y archivar adecuadamente de modo que se preserven y puedan recuperarse en el futuro.

.....

**Capacitación y competencia profesional.** La administración de relaves requiere que el propietario y el personal involucrado en la instalación de relaves tengan un nivel de competencia profesional coherente con los requisitos de la instalación y sus riesgos. Los elementos clave para desarrollar y mantener la competencia profesional son las **calificaciones**, la **capacitación** y la **experiencia**.

Brindar la capacitación adecuada a aquellos involucrados en la instalación de relaves, incluidos contratistas, consultores y proveedores, requerirá de una capacitación determinada en distintos niveles. Por ejemplo, la alta gerencia debe recibir capacitación teórica de más alto nivel en relación con los riesgos de la administración de relaves, mientras que los gerentes de la mina y otros actores que se encargan directamente de aspectos propios de las instalaciones, como su diseño, construcción y operación, deben recibir capacitación detallada y pertinente para su trabajo.

Se debe desarrollar e implementar un programa de capacitación. Se deben conservar los registros relacionados con la capacitación para empleados, contratistas y consultores que el propietario haya financiado o brindado.

Aspectos típicos que se deben abordar durante la capacitación:

- Sistema de administración de relaves.

- Planos, permisos, aprobaciones y compromisos relacionados con la administración de instalaciones de relaves.
- Tareas y responsabilidades individuales, y relaciones jerárquicas.
- La importancia de ajustarse al diseño, a los controles operativos y financieros y a los procedimientos de gestión del cambio.
- Evaluación de riesgos.
- Gestión del riesgo y controles críticos.
- Importancia del cambio y proceso de gestión del cambio.
- Planes de respuesta y reacción en caso de emergencia.
- Planes y procesos de operación, mantenimiento y vigilancia descritos en el manual de OMS.
- Importancia de las comunicaciones y la administración de documentos.

**Comunicaciones.** Es preciso establecer y aplicar procesos de comunicación bilateral para el personal cuya responsabilidad u obligación sea implementar el sistema de administración de relaves, así como comunicar información importante (por ejemplo, resultados de la evaluación de desempeño) y decisiones a la alta gerencia, al ingeniero de estructuras (EoR), a las autoridades regulatorias y a las COI, según corresponda.

Tal como se describe más adelante, en el apartado 4.2, el plan de respuesta y reacción en caso de emergencia es un componente esencial de un sistema de administración de relaves. Este plan debe desarrollarse en colaboración con servicios de emergencias locales, las COI y las autoridades regulatorias pertinentes, y es un componente importante de una estrategia de comunicación eficaz.

## PARTE 4

# IMPLEMENTACIÓN DEL MARCO DE TRABAJO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RELAVES

---

Al implementarse completamente en un emplazamiento específico, un sistema de administración de relaves basado en este marco de trabajo fomentará la mejora continua de la gestión segura y responsable en cuanto al ambiente.

Como se describe en la *Parte 1*, el marco de trabajo para la administración de relaves se diseñó con el fin de aplicarse durante todo el ciclo de vida útil de una instalación, y dicha aplicación puede comenzar en cualquier fase. Los propietarios deben implementar el marco de trabajo lo antes posible.

La aplicación del marco de trabajo para la administración de relaves requiere que todos los planes descritos en la *Parte 3* se implementen en forma total. Pero hay dos componentes clave:

- la implementación de un manual de OMS, y
- la preparación –y, si fuera necesario, la implementación– de planes de respuesta y reacción en casos de emergencia.

Los planes de respuesta y reacción en casos de emergencia deberían estar incluidos en el protocolo de seguridad, pero conviene tenerlos presentes e incluirlos como BAP. Resultarán útiles los simulacros y el registro con el personal involucrado, a fin de disminuir riesgos y tener una trazabilidad que demuestre que el compromiso está presente en forma permanente, no tan solo en planes sino, también, en acciones de entrenamiento concretas.

### 4.1. Manual de operación, mantenimiento y vigilancia (OMS)

La implementación de un manual de OMS específico para una instalación, desarrollado según se describe en el apartado 3.4.3, es un componente clave de la aplicación de un marco de trabajo para la administración de relaves.

Un manual de OMS es un documento “vivo” que se revisará con regularidad (probablemente varias veces) durante la fase de operaciones y construcción en curso del ciclo de vida útil de la instalación, así como después de dicha etapa. Es un componente fundamental para el cumplimiento de los objetivos de desempeño y para la gestión de los riesgos presentes y futuros, asociados con cualquier instalación de relaves. El equipo encargado y el de diseño actual de cada instalación de relaves deben revisarlo periódicamente (con una frecuencia acorde al riesgo asociado con la instalación en la respectiva etapa de su ciclo de vida útil, y como mínimo una vez al año).

Para más información sobre la implementación de un manual de OMS, consulte *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y vigilancia para las instalaciones de administración de relaves y de recursos hídricos* de MAC.

## 4.2. Planes de respuesta y reacción en caso de emergencia (EPRP)

Los planes de respuesta y reacción en caso de emergencia (EPRP):

- identifican **posibles situaciones de emergencia** que podrían presentarse durante las fases de construcción inicial, operación y construcción en curso, cierre o en la fase posterior al cierre definitivo durante el ciclo de vida útil de una instalación de relaves, y que *podrían suponer un riesgo para las poblaciones, la infraestructura y el ambiente*;
- describen **medidas para responder** a situaciones de emergencia y para prevenir y atenuar impactos en el ambiente y en la seguridad dentro y fuera del emplazamiento, que pudieran surgir en situaciones de emergencia.

Se debe confeccionar y documentar un EPRP por cada instalación de relaves, y debe integrarse con el EPRP global del emplazamiento, aunque pueden ser documentos separados.

Algunas posibles emergencias que deben abordarse en los EPRP son:

- las fallas estructurales de la instalación;
- la elevación del nivel de agua dentro de una instalación;
- el agrietamiento de una represa;
- la pérdida repentina de contención ambiental de la instalación, u
- otros eventos normalmente vinculados a la pérdida de uno o más controles críticos.

Los EPRP para instalaciones de relaves deben incluir las disposiciones del plan de gestión del riesgo. En el caso de los emplazamientos que embalsan agua, lo que podría derivar en un **riesgo de inundación** si una represa se rompe, el plan de gestión del riesgo y el EPRP deben incluir disposiciones con respecto a las inundaciones. Cada situación de emergencia para una instalación de relaves que embalsa agua debe tener claramente definida la posible área de inundación para esa emergencia.

En el caso de emergencias potenciales con **grandes áreas de inundación**, como una falla en una instalación con pérdida de contención y flujos que se extienden fuera de los límites del proyecto de minería, estos planes deben tener en cuenta a las COI, y se deben comunicar a estas (así como a las autoridades regulatorias y a otras partes a las que se debe avisar si hay una emergencia), de modo que también puedan preparar un plan eficaz para dicha emergencia.

Los estudios de inundaciones identifican:

- consecuencias previstas asociadas con las modalidades de falla para una instalación de relaves;
- áreas aguas abajo que podrían resultar directamente afectadas por la liberación del agua y los elementos sólidos de los relaves;
- los tiempos y el tamaño del área global del impacto luego de la pérdida de contención;
- impactos potenciales de un fallo en la salud y la seguridad de las personas, el ambiente, los recursos culturales y arqueológicos y la infraestructura.

Los estudios de inundaciones informan el análisis de las consecuencias potenciales de una falla, incluidos los costos.

Según las pautas de seguridad para represas de la CDA (apartado 1.3), se deben realizar dichos análisis en dos situaciones:

- **evento causado por una inundación:** ruptura del embalse a causa de una inundación natural de una magnitud superior a la que puede resistir de manera segura la instalación de relaves;
- **evento repentino e inesperado:** suceso que ocurre durante las operaciones normales y que puede surgir por diversos factores, como erosión interna, canalización, sismos y eventos o errores operativos que derivan en desbordamiento, o eventos similares<sup>10</sup>.

Los EPRP se describen con mayor detalle en *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y vigilancia para las instalaciones de administración de relaves y de recursos hídricos* de MAC. El manual de OMS aborda principalmente las condiciones relacionadas con la operación y el control normales de una instalación de relaves, mientras que el EPRP cobra importancia cuando hay una pérdida de control (emergencia) en la instalación. Es esencial que el manual de OMS y el EPRP estén alineados, de modo que no haya desfases funcionales entre las operaciones normales y la respuesta a emergencias, y que haya procedimientos establecidos para pasar de una condición normal a una situación crítica que pueda surgir.

Se deben establecer e implementar procedimientos para la revisión y el análisis periódicos de los EPRP, a fin de garantizar que los planes estén actualizados y sean adecuados en caso de que ocurra una emergencia. La revisión y el análisis deben tener en cuenta las COI potencialmente afectadas, como servicios de emergencias locales y los organismos gubernamentales pertinentes. Se deben proporcionar copias de los EPRP a las COI.

También es importante que los EPRP estén reforzados con una planificación para casos de crisis. Una **crisis** se define como un evento o conjunto de circunstancias que podría afectar considerablemente la capacidad de un propietario para llevar a cabo sus actividades comerciales, que daña su reputación o que perjudica el ambiente, la salud, la seguridad y el bienestar de los empleados, de las comunidades vecinas o del público en general. *Toda emergencia relacionada con relaves que represente una crisis debe gestionarse como tal.*

El EPRP está previsto para guiar la respuesta física inicial a la emergencia, mientras que el plan para casos de crisis está previsto para guiar las comunicaciones a nivel interno y externo<sup>11</sup>.

### 4.3. Listas de comprobación

La aplicación del marco de trabajo para la administración de relaves debe ser **flexible**, para ajustarse a requisitos de emplazamientos específicos, políticas del propietario, requisitos reglamentarios y compromisos con las COI. Para asistir en la implementación del marco de trabajo para la administración de relaves, MAC desarrolló una lista de comprobación que se puede descargar desde su sitio web en [www.mining.ca/tailings-management](http://www.mining.ca/tailings-management).

La lista de comprobación establece la base para desarrollar sistemas de administración de relaves personalizados y específicos para cada emplazamiento. Completar la lista de comprobación puede ayudar a identificar desfases o deficiencias en la administración de relaves.

<sup>10</sup> Puede encontrar más información en la publicación *Cartografiado de inundaciones en BC: Pautas de prácticas profesionales de la APEGBC* de la Asociación Profesional de Ingenieros y Geocientíficos de British Columbia (APEGBC).

<sup>11</sup> Puede encontrar más información sobre planificación para casos de crisis en:

- *Guía de referencia para la planificación de gestión de crisis y comunicaciones* de MAC
- el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local (2.<sup>da</sup> edición, 2015).

Su finalidad como instrumento es ayudar a implementar el marco de trabajo para la administración de relaves. El uso de la lista de comprobación no implica solo marcar casilleros o realizar una auditoría, sino que es un instrumento que ayudará a garantizar que el propietario haya abordado todos los aspectos pertinentes del marco de trabajo. Al completar la lista de comprobación, el propietario obtiene un panorama del estado de implementación del marco de trabajo para la administración de relaves de su instalación, que le permite reconocer que el estado de implementación sigue evolucionando durante el ciclo de vida útil de esta.

La lista de comprobación tiene el formato de **Microsoft Excel**, lo que ofrece flexibilidad a los usuarios para adaptarla a sus circunstancias específicas. La primera pestaña del archivo de Excel brinda instrucciones para ayudar a los usuarios. Luego se proporciona una lista de comprobación maestra, que abarca todos los aspectos del marco de trabajo para la administración de relaves en todas las fases del ciclo de vida útil. Los usuarios pueden adaptar la lista de comprobación a una fase específica del ciclo de vida útil de la instalación a la que aquella se esté aplicando, y pueden ignorar o eliminar los puntos que no sean pertinentes para esa fase del ciclo.

Si bien la lista de comprobación maestra se encuentra en el *Apéndice 5* a modo de ejemplo, se les recomienda a los usuarios que descarguen y usen la versión de Excel.

## PARTE 5

# EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

---

La evaluación de desempeño es esencial para:

- determinar si se cumplen los objetivos de desempeño;
- determinar la eficacia de las medidas de gestión del riesgo, incluidos los controles críticos;
- informar actualizaciones del proceso de gestión del riesgo de una instalación de relaves;
- informar la revisión administrativa para la mejora continua.

La evaluación de desempeño amplía los resultados de la vigilancia realizada según los requisitos mencionados en el manual de OMS, al analizarlos e interpretarlos. Incluye los resultados de inspecciones y revisiones, tanto internas como externas (independientes), para analizar:

- el desempeño operativo en función de los objetivos e indicadores, y los controles críticos;
- el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y la conformidad con planes y compromisos;
- el proceso de gestión del riesgo, incluida la necesidad de actualizar su evaluación;
- la necesidad de modificar o actualizar el manual de OMS, el EPRP u otros documentos propios de un emplazamiento relacionados con el sistema de administración de relaves, lo cual incluye evaluar la eficacia de los procesos de vigilancia y la utilidad de la información recopilada, e identificar cualquier desfase en su compilación.

La evaluación de desempeño debe incluir la identificación de desfases, deficiencias o casos de no conformidad con el sistema de administración de relaves, incluidos los objetivos y los planes para abordarlos. Se deben documentar, aprobar e implementar planes de acción para hacer actualizaciones o cambios necesarios, y se debe registrar y supervisar la implementación de esos planes hasta que la evaluación haya finalizado. Es preciso, asimismo, documentar las acciones correctivas que difieran de las aprobadas a fin de establecer por qué son distintas. Se debe comunicar el estado de los planes de acción a nivel interno y a las COI, según corresponda.

La evaluación de desempeño se realiza con diversas frecuencias: por hora, por día o por año, o con una periodicidad menor, según el aspecto del desempeño que se esté evaluando. Por ejemplo, la evaluación de la conformidad de algunos parámetros relacionados con la deposición de relaves o la administración de recursos hídricos puede requerir de un control diario, mientras que la evaluación de desempeño más general e integral, como la necesidad de modificar el manual de OMS, puede realizarse en períodos más prolongados.

También se deben documentar y comunicar los resultados y las recomendaciones provenientes de evaluaciones de desempeño individuales. La frecuencia de la comunicación depende de la índole de la evaluación y de los resultados.

Por último, es necesario comunicar los resultados y las recomendaciones de las evaluaciones de desempeño a la (las) persona(s) responsable(s), al director ejecutivo a cargo y, si corresponde, a la junta directiva o a los órganos rectores, con la frecuencia y el nivel de detalle que se indican en los procedimientos y las políticas del propietario.

El aseguramiento es un componente crítico de la evaluación de desempeño. En la *Parte 7* se mencionan los elementos esenciales de un programa de aseguramiento.

## PARTE 6

# REVISIÓN ADMINISTRATIVA PARA LA MEJORA CONTINUA

---

La administración del proyecto debe realizar revisiones periódicas para **garantizar la mejora continua**, según la evaluación de desempeño y el aseguramiento. El proceso de revisión administrativa debe evaluar:

- El estado de las acciones de la revisión administrativa anterior.
- El desempeño global del sistema de administración de relaves para garantizar su idoneidad, adecuación y eficacia continuas, y la necesidad de modificar componentes del sistema:
  - política y compromiso,
  - responsabilidad y obligaciones,
  - gestión de la conformidad,
  - gestión del cambio,
  - controles (controles críticos y gestión de calidad),
  - recursos (controles financieros, control de información documentada, capacitación y competencia profesional, y comunicaciones).
- El funcionamiento de la instalación de relaves.
- La eficacia de la gestión del riesgo.
- La adecuación de los recursos (humanos y financieros) destinados a la administración de relaves.

El proceso de revisión administrativa también debe identificar **oportunidades de mejora** y describir los planes de acción asociados.

Si bien la frecuencia de las revisiones administrativas varía, suelen ser anuales durante las fases de construcción inicial y de operaciones y de construcción en curso, y en la fase de cierre.

La revisión administrativa para la mejora continua se comunica al director ejecutivo responsable, para garantizar que el propietario esté satisfecho al saber que el sistema de administración de relaves es eficaz y sigue cubriendo las necesidades de la instalación. La revisión no abarca solo el desempeño técnico, sino que aborda todos los aspectos de la administración de la instalación de relaves.

El proceso de revisión administrativa también permite que la (las) persona(s) responsable(s), el EoR y otros empleados y contratistas involucrados en la administración de relaves reconfirmen la alineación de los requisitos de diseño con las prácticas operativas, analicen cambios implementados o previstos y sus implicaciones o su gestión e identifiquen oportunidades de mejora.

La revisión administrativa debe identificar y evaluar la posible importancia de los cambios realizados –a partir del examen anterior– que sean pertinentes para el sistema de administración de relaves, como, por ejemplo:

- cambios en requisitos reglamentarios, estándares y directrices, mejores prácticas de la industria y compromiso con las COI;
- cambios en las condiciones operativas de la mina (por ejemplo, índice de producción) o en las condiciones ambientales del emplazamiento;

- cambios fuera de la propiedad de la mina que puedan influenciar la índole y la importancia de los posibles impactos en el entorno externo ocasionados por la instalación de relaves, o viceversa;
- cambios en el perfil de riesgo de la instalación de relaves.

La revisión administrativa también debe brindar un resumen, actualizado a partir de la última revisión administrativa, sobre cuestiones importantes relacionadas con el funcionamiento global de la instalación de relaves y con el sistema de administración de relaves, que abarque:

- el cumplimiento normativo, la conformidad con los estándares, las políticas y los compromisos y el estado de las acciones correctivas
- el mantenimiento de las instalaciones
- la vigilancia de la instalación
- inspecciones, auditorías internas o externas, evaluaciones de la eficacia e IR.

Se deben documentar las conclusiones de la revisión administrativa, tales como:

- conclusiones sobre el funcionamiento de la instalación de relaves y el sistema de administración;
- planes de acción para abordar los hallazgos mencionados en las conclusiones, como, por ejemplo:
  - acciones para garantizar que se cumplan los objetivos de desempeño,
  - acciones para abordar la no conformidad con los requisitos, los estándares, las políticas o los compromisos,
  - oportunidades de mejora continua;
- modificaciones necesarias en el sistema de administración de relaves;
- mejoras en los recursos humanos y financieros para ayudar a garantizar una administración de relaves eficaz.

## PARTE 7

# ASEGURAMIENTO

---

El **aseguramiento**, definido como el proceso de supervisión destinado a garantizar que la administración de relaves se esté realizando de manera eficaz, es distinto a la evaluación de desempeño. El desarrollo y la implementación de medidas de aseguramiento son elementos esenciales de un sistema de administración de relaves. Un aseguramiento eficaz le demuestra al propietario (así como a la [las] persona[s] responsable[s], al director ejecutivo a cargo y a la junta directiva o los órganos rectores), a las autoridades regulatorias y a las COI que la instalación de relaves se está administrando de manera eficaz.

Los proveedores, tanto internos como externos, deben contar con calificaciones adecuadas que se correspondan con sus actividades de aseguramiento, a fin de garantizar que este sea eficaz.

Los resultados de los procesos de aseguramiento, junto con los de la evaluación de desempeño, establecen la base para que la revisión administrativa pueda garantizar mejoras continuas.

El aseguramiento puede adoptar varias formas, tales como:

- **Auditorías (internas y externas):** consiste en el análisis documentado, sistemático y formal de la conformidad de una instalación de relaves con los criterios establecidos, acordados y explícitos, normalmente con requisitos estipulados en leyes o reglamentos, o en el sistema de administración de relaves del propietario. Las auditorías evalúan y comunican el grado de conformidad con los criterios estipulados, según la recopilación y la documentación sistemáticas de evidencia pertinente. Si bien las auditorías implican un cierto grado de valoración, no están diseñadas para determinar la causa principal de las deficiencias, ni para evaluar la eficacia del sistema de administración.

Las auditorías externas están a cargo de auditores ajenos a la compañía que se está auditando. Estos mantienen un punto de vista objetivo durante el proceso para garantizar que los hallazgos y las conclusiones se funden solo en la evidencia (adaptación de ISO 19011).

- **Evaluación de la eficacia:** implica más que determinar si se cumplió con una condición, e incluye la determinación de si el sistema de administración de relaves (o sus componentes) está logrando los resultados previstos. Comprende la medida en que se concretaron las actividades planificadas y la medida en que se lograron los objetivos y los resultados deseados.

Los criterios que se analizarán dependerán del alcance de la evaluación. Las **fuentes de información** típicas que se deben considerar al evaluar la eficacia del sistema de administración de relaves son:

- los cambios en las condiciones externas que puedan afectar al sistema y al logro de los objetivos establecidos;
- los cambios en las condiciones internas que puedan afectar al sistema y al logro de los objetivos establecidos.

Las **tendencias** y los **resultados** del desempeño que se deben evaluar para determinar la eficacia del sistema de administración y de su implementación son:

- la medida en que se cumple con los objetivos e indicadores del desempeño;

- la medida en que las actividades planificadas se implementan según lo previsto;
  - el cumplimiento de las obligaciones de conformidad;
  - los casos de no conformidad y las acciones correctivas según los resultados de inspecciones y auditorías;
  - los resultados de mediciones y controles;
  - la adecuación de los recursos para respaldar el logro de los objetivos;
  - los comentarios de los profesionales y usuarios finales;
  - cualquier otra información u observación relevantes de las COI.
- **Revisión independiente (IR):** la IR, uno de los principios generales del marco de trabajo, se describe en el apartado 1.2.3 y se analiza con más detalle en el *Apéndice 4*.

## GLOSARIO TÉCNICO

---

**ACCIDENTE.** Evento no planificado que provoca lesiones o la muerte, pérdidas o daño a los equipos, los bienes o el ambiente.

**ACUITARDO.** Formación geológica semipermeable que, conteniendo apreciables cantidades de agua, la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas. Sin embargo, bajo condiciones especiales permite una recarga vertical de otros acuíferos.

Estrato que retarda pero que no impide el flujo (goteo) de agua desde acuíferos verticalmente adyacentes. No proporciona caudales de agua subterránea significativos directamente a los pozos o manantiales, pero puede servir como una unidad de almacenamiento del agua subterránea. También se llama *nivel semipermeable* y produce un semi confinamiento.

**ALARP (TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE POSIBLE).** Acrónimo del inglés *as low as reasonably practicable*. El punto en que el costo (tiempo, dinero y esfuerzo) de una mayor reducción de riesgos se vuelve considerablemente desproporcionado en relación con la reducción de riesgos lograda.

**CALIDAD.** Se define en las normas ISO 9.000 como “el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con un requisito”.

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (QA).** Las actividades sistemáticas y planificadas que se implementan en un sistema de calidad de modo que se cumplan los requisitos de calidad de un producto o servicio. El QA garantiza que se esté haciendo lo correcto, de la manera correcta.

**CONTROL DE CALIDAD (QC).** Las actividades y técnicas de observación que se usan para cumplir un requisito de calidad. El QC garantiza que los resultados se correspondan con las expectativas. (*Definiciones de QA y QC de la Asociación Americana de Calidad*).

**CICLO DE VIDA.** Sucesión de fases en la vida útil de una instalación de relaves, que comprende la concepción y la planificación del proyecto, el diseño, la construcción inicial, la operación y la construcción en curso, el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre. En algunos emplazamientos, el ciclo de vida útil también puede incluir el cierre temporal. En el caso de las instalaciones de relaves, el ciclo de vida útil, que incluye el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre, puede prolongarse décadas o siglos, a menos que se retire la instalación en el futuro si los relaves se reprocesan o se reubican.

**CIERRE DEFINITIVO.** Comienza cuando la deposición de relaves en la instalación se suspende permanentemente. La instalación y la infraestructura asociada se ponen fuera de servicio y se implementan los aspectos clave del plan de cierre definitivo, que incluyen:

- la transición de las operaciones al cierre permanente;
- el retiro de la infraestructura clave, como las tuberías;
- los cambios en la administración o el tratamiento de recursos hídricos;
- la remodelación o la reforestación de los relaves y estructuras de contención u otros elementos estructurales.

**COMUNIDAD DE INTERÉS (COI).** Todas las personas y grupos que están interesados en las decisiones relacionadas con la administración de operaciones, o que pueden verse afectados por estas. A continuación, se mencionan solo algunos, sin carácter restrictivo:

- Empleados.
- Comunidades indígenas o pueblos originarios.
- Miembros de la comunidad minera.
- Proveedores.
- Vecinos.
- Clientes.
- Contratistas.
- Organizaciones ambientalistas y otras ONG.
- Gobiernos.
- Comunidad financiera.
- Accionistas.

**CONCEPCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.** Comienza al inicio de una mina propuesta y abarca todo el emplazamiento, el plano de la mina y los planes para el procesamiento de minerales. La fase implica el uso de instrumentos rigurosos para la toma de decisiones que permitan respaldar la selección de la ubicación de la instalación de relaves y la BAT que se empleará para su administración.

**CONSTRUCCIÓN INICIAL.** Construcción de estructuras e infraestructura que deben estar en vigor antes de que comience la deposición de relaves. Esto incluye, por ejemplo, el retiro de vegetación y material de recubrimiento, así como la construcción de represas iniciales, tuberías para relaves, rutas de acceso e infraestructura asociada para la gestión de los recursos hídricos.

**CONTROLES CRÍTICOS.** Controles de riesgo y mediciones de desempeño asociadas que definen las acciones destinadas a facilitar la administración de riesgos con grandes consecuencias, relacionados con una instalación de relaves. Los controles críticos pueden ser de índole técnica, operativa o de gobernabilidad. La gestión de controles críticos es un abordaje de gobernabilidad de la gestión del riesgo con consecuencias grandes que surgen en una operación o una actividad comercial.

**CUIDADO Y MANTENIMIENTO DURANTE EL CESE DE ACTIVIDADES.** La mina ha suspendido las operaciones comerciales y no se están depositando relaves en la instalación. El propietario tiene pensado reanudar las operaciones comerciales en el futuro, de modo que se sigue vigilando y controlando la instalación de relaves, pero ni esta ni la infraestructura asociada se ponen fuera de servicio, ni se implementa el plan de cierre definitivo.

**DISEÑO.** Comienza una vez que se han seleccionado la ubicación y la BAT para la instalación de relaves, y se lleva a cabo en conjunto con la planificación detallada de todos los aspectos de la mina propuesta. Se preparan diseños técnicos precisos para todos los aspectos de la instalación de relaves y la infraestructura asociada.

**EMERGENCIA.** Situación que supone un riesgo inminente o inmediato para la salud, la vida, los bienes o el ambiente, y que requiere de intervención urgente para prevenir o limitar los resultados adversos esperados.

**FASE POSTERIOR AL CIERRE DEFINITIVO.** Comienza cuando el trabajo de desmantelamiento está completo, se han implementado aspectos clave del plan de cierre y la instalación de relaves ha pasado al mantenimiento y a la vigilancia a largo plazo. Durante esta fase, la responsabilidad por la instalación de relaves podría transferirse del propietario al control jurisdiccional.

**INDICADORES DE DESEMPEÑO.** Requisitos detallados que surgen de los objetivos y que deben establecerse y cumplirse para que estos puedan lograrse. Los indicadores de desempeño deben ser mensurables y cuantificables. (Adaptado de ISO 14.001).

**INFORMACIÓN DOCUMENTADA.** Información importante que la organización debe controlar y conservar. La expresión puede hacer referencia al sistema de administración de relaves y a sus procesos, documentos y registros.

**INGENIERO DE REGISTRO (EOR).** El propietario, al garantizar que una instalación de relaves es segura, tiene la responsabilidad de identificar y contratar a un EoR, que brindará dirección técnica en su nombre. El EoR verifica que la instalación de relaves (o sus componentes) se haya:

- diseñado de acuerdo con los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios;
- construido según la intención del diseño, los objetivos y los indicadores de desempeño, las directrices aplicables, las normas y los requisitos reglamentarios, y que funcione durante todo el ciclo de vida del mismo modo.

En el caso de instalaciones de relaves que incluyan estructuras de contención/represas, el EoR es responsable de las inspecciones de seguridad de la represa y de los informes asociados. También debe participar en las evaluaciones de riesgos de la instalación y debe estar disponible para abordar las inquietudes de los revisores independientes y, en el caso de instalaciones con estructuras de retención, para realizar revisiones de seguridad de las represas. El EoR desempeña estas actividades como parte del proceso de aseguramiento más general del propietario.

**INSTALACIÓN DE RELAVES.** Conjunto de equipos, componentes y estructuras artificiales implicados en el tratamiento de sólidos de relaves, otros residuos de minería tratados junto con estos (por ejemplo, roca estéril, residuos del tratamiento de aguas) y cualquier recurso hídrico administrado en la instalación, como líquidos de poros, fosa(s), aguas superficiales y escorrentía. Esto puede incluir estructuras, componentes y equipos para:

- clasificación de los relaves mediante la administración de contenido hídrico (por ejemplo, ciclones, espesadoras, filtros prensa);
- transporte de relaves a la instalación (como tuberías, canales, cintas transportadoras, camiones);
- contención de los relaves y agua asociada (represas, pilas, sistemas de revestimiento, sistemas de cubierta, etc.);
- administración de filtraciones (elementos colectores, estanques de recolección y pozos de bombeo, entre otros);

- sistemas de recuperación de agua (como los que bombean hacia la instalación de procesamiento de minerales);
- administración de liberaciones de aguas superficiales provenientes de la instalación de relaves (desviaciones, estructuras de decantación, aliviaderos, salidas, canales, tratamiento de aguas, etc.).

Se incluyen, asimismo:

- estructuras, componentes y equipos para la vigilancia y el mantenimiento de instalaciones de relaves;
- controles mecánicos y eléctricos, y suministro de energía asociado con lo anterior.

**MANTENIMIENTO.** El programa de mantenimiento de una instalación de relaves aborda la identificación y la descripción de partes críticas, el mantenimiento rutinario, predictivo y motivado por incidentes y las observaciones de operación y vigilancia de todos los componentes civiles, mecánicos, eléctricos y de instrumentación.

**MEJOR PRÁCTICA DISPONIBLE/APLICABLE (BAP).** Sistema de administración, procedimientos operativos, técnicas y metodologías que, mediante la experiencia y la aplicación comprobada, ha demostrado que puede gestionar los riesgos de manera confiable, así como lograr objetivos de desempeño de forma rentable y técnicamente adecuada. La BAP es una filosofía operativa que abarca la mejora continua y la excelencia ejecutiva, y se aplica de manera coherente durante la vida útil de una instalación, así como durante el período posterior al cierre definitivo.

**MEJOR TECNOLOGÍA DISPONIBLE (BAT).** Combinación de tecnologías y técnicas propia de un emplazamiento que es económicamente viable y que reduce con mayor eficacia los riesgos de reputación, financieros, sociales, ecológicos, geoquímicos y físicos asociados con la administración de relaves a un nivel aceptable en todas las fases del ciclo de vida útil, y que fomenta la operación minera factible en términos económicos y ambientales.

**MEJORA CONTINUA.** Proceso de estandarización y mejora progresivas y continuadas, para lograr un desempeño optimizado.

**OBJETIVOS DE DESEMPEÑO.** Objetivos generales, derivados de la política y el compromiso del propietario, que se cuantifican donde sea factible. (*Adaptado de ISO 14.001*).

**OPERACIÓN.** El plan de operación de una instalación de relaves aborda el transporte y la contención de relaves y, si corresponde, de residuos, efluentes y agua de procesos, así como el reciclaje de esta.

**OPERACIONES Y CONSTRUCCIÓN EN CURSO.** Los relaves se transportan a la instalación y se depositan allí. Se pueden elevar las represas de relaves, o se pueden agregar nuevas celdas, según el diseño. De acuerdo con el plano global de la mina, la fase de operación y de la construcción en curso de una instalación de relaves puede o no coincidir con el período de operaciones comerciales de la mina.

**PROPIETARIO.** Compañía, sociedad o persona que tiene posesión legal o que es el responsable jurídico de una instalación de relaves ante la ley en la jurisdicción correspondiente donde se encuentra la instalación. Por ejemplo, la compañía, sociedad o persona que es dueña de la mina a

partir de la que se genera agua residual y relaves es el propietario de esos relaves y puede considerarse el propietario.

**RELACIÓN ENTRE PELIGROS Y MODALIDADES DE FALLO.** Una sola modalidad de fallo (por ejemplo, desbordamiento de una represa) puede ser consecuencia de varios peligros (alud, precipitaciones extremas, etc.); asimismo, un peligro (por ejemplo, inundación aguas abajo) puede ser consecuencia de más de una modalidad de fallo (desbordamiento, fallo en la base, paso de agua a través de una represa, etcétera).

**RELAVES.** Subproductos de la minería, conformados por la roca procesada o el suelo que queda al separar las mercancías de valor de la roca o el suelo en el que se producen.

**RIESGO.** Impacto potencial negativo, perjudicial para las operaciones, una instalación el medio ambiente o la salud o la seguridad públicas, que puede derivar de un proceso actual o de un hecho futuro. Al evaluar un riesgo, se consideran tanto la posible severidad y la consecuencia del impacto como la probabilidad de que ocurra.

Los controles de riesgo son medidas que se establecen para:

- prevenir o reducir la probabilidad de que ocurra un evento no deseado;
- reducir al mínimo o mitigar las consecuencias negativas si el evento no deseado ocurre.

Los riesgos se deben gestionar mediante controles y estos, a su vez, deben tener propietarios designados y responsabilidades definidas. Algunos controles de riesgo se designan como controles críticos.

**RIESGO ACEPTABLE.** Nivel de riesgo que se considera aceptable para un propietario, teniendo en cuenta los requisitos legales, la política interna, los factores comerciales y la aceptación social.

**SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL (SGA).** Parte de un sistema de administración global que incluye estructura organizativa, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental y reducir los impactos ambientales (adaptado de ISO 14.001).

**VIGILANCIA.** Abarca la inspección y el control de la operación, la integridad estructural y la seguridad de una instalación. Comprende la comparación cualitativa y cuantitativa del comportamiento real frente al esperado. Debe ser un programa diseñado, que esté completamente integrado con actividades de mantenimiento y operación y sea coherente con el ciclo de vida útil y los requisitos reglamentarios.

## Apéndice 1

# MARCO DE TRABAJO Y ABORDAJE DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

---

La industria minera opera con una cultura de gestión del riesgo orientada a la **gestión del riesgo responsable**. Se debe incorporar un marco de trabajo para esto en las políticas y las prácticas operativas y estratégicas globales de cada organización. En general, esta gestión implica la identificación, la evaluación y el tratamiento de los riesgos.

En el contexto de administración de relaves, se trata de facilitar la revisión y la mejora continuas de las estrategias de gestión del riesgo durante el ciclo de vida útil de una instalación. Por ende, el abordaje de este tema debe ser flexible e iterativo, y debe dar respuesta al cambio. Además, una gestión del riesgo eficaz y transparente requiere de un nivel adecuado de competencia profesional para la toma de decisiones, a fin de evaluar, recomendar y aprobar riesgos económicos, sociales, ambientales, administrativos y técnicos relacionados con la administración de relaves.

Para implementar un abordaje basado en los riesgos, el propietario de una instalación de relaves debe, en primer lugar, definir el **perfil de riesgo** de su instalación, teniendo en cuenta el entorno operativo interno y externo, así como los factores cuantitativos y cualitativos. Una vez establecido este contexto, se puede realizar la **evaluación de riesgos** en una instalación de relaves.

Los propietarios deben considerar el **riesgo comercial** en el contexto de una ruptura en la instalación de relaves u otro evento no deseado importante. La mayoría de las principales compañías mineras emplean sistemas integrales de gestión del riesgo que podrían usarse para caracterizar posibles impactos comerciales, como en la salud y en la seguridad del personal, la pérdida de producción, la reputación corporativa y la capitalización bursátil. De hecho, el riesgo comercial del propietario podría ser mayor y exigir requisitos de operación, construcción y diseño más estrictos que los que se determinarían según otros estándares o reglamentos industriales.

Hay dos abordajes básicos de la evaluación de riesgos:

- identificación de los posibles riesgos y determinación de la probabilidad de una gama de consecuencias potenciales derivadas de ellos;
- determinación de modalidades de fallo factibles y evaluación de las condiciones (peligros) potenciales que podrían derivar en esas modalidades, así como la probabilidad de que ocurran.

La aplicación de estos abordajes permite implementar una sólida evaluación de riesgos.

En general, una evaluación de riesgos intenta responder las siguientes preguntas fundamentales:

- ☑ ¿Qué puede ocurrir (evento no deseado) y cómo (modalidad de fallo)?
- ☑ Si ocurre, ¿cuáles son las consecuencias?
- ☑ ¿Qué probabilidad hay de que ocurra dicho evento no deseado?
- ☑ ¿Se puede eliminar el riesgo casi por completo?
- ☑ ¿Qué se puede hacer para reducir la probabilidad de que ocurra?
- ☑ ¿Qué se puede hacer para reducir las consecuencias?
- ☑ ¿El nivel de riesgo es tolerable o aceptable y no requiere más tratamiento?

Las estrategias de gestión del riesgo normalmente comprenden el desarrollo y la implementación de controles destinados a regular o mitigar riesgos identificados durante la evaluación. Al aplicar estrategias de gestión del riesgo, las organizaciones toman las medidas necesarias para reducir los peligros identificados a niveles aceptables, tan bajos como sea razonablemente posible (ALARP). Estas estrategias mitigan y controlan riesgos al implementar una de las siguientes acciones, o una combinación de ellas:

- Eliminar o evitar riesgos específicos para reducir al mínimo la amenaza global en la medida de lo posible.
- Reducir al mínimo la probabilidad de que el riesgo ocurra al identificar e implementar los controles adecuados.
- Desarrollar planes de contingencia y mitigación para las posibles consecuencias de los riesgos identificados.

Es posible que existan ciertos riesgos que, incluso cuando se los reduce a un nivel ALARP, sigan siendo inaceptables y, por lo tanto, requieran una nueva evaluación de las alternativas.

Puede encontrar más información de dominio público sobre el riesgo y su gestión en instalaciones de relaves o en infraestructuras similares, que incluye documentos confeccionados por la *Canadian Dam Association (CDA)*, la Agencia Federal de Recuperaciones de Tierras de los Estados Unidos, el *Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera (LPSPD)*, el Comité Australiano de Grandes Presas (ANCOLD) y la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD), entre otros grupos gubernamentales y asociaciones industriales. Puede consultar asimismo los estándares de la Organización Internacional para la Normalización (ISO) o sus equivalentes en otros países, como los Estándares Australianos / Neozelandeses y la Asociación Canadiense de Estándares, para obtener más información sobre los conceptos e instrumentos relacionados con la gestión y evaluación de riesgos.

## 1. Aplicación de instrumentos de evaluación de riesgos

Según el Boletín 139 de la ICOLD, la clasificación de riesgos se define como “el daño derivado de un fallo en una represa de relaves que normalmente se evalúa en términos de su posible efecto en una de las cuatro categorías a continuación:

- Pérdida de la vida
- Daño al ambiente
- Costo del daño físico
- Impacto social, incluida la opinión pública”.

Estas cuatro categorías podrían usarse como base para realizar una evaluación de riesgos en cualquier fase del ciclo de vida útil de una instalación de relaves. Si bien se trata de que estas cuatro categorías sean lo más genéricas posible, podrían expandirse de la siguiente manera:

1. Salud y seguridad (que incluyen posibles lesiones, deterioro de la salud de las personas y pérdida de la vida)
2. Ambiente (que incluye posibles daños al ambiente o su degradación)
3. Finanzas (que incluyen aumento de costos para la operación/corporación o el costo de posibles daños físicos)
4. Sociedad (que incluye la posible degradación cultural o la opinión pública)

5. Asuntos legales (que incluyen incumplimiento y permisos insuficientes)
6. Control y administración de operaciones (que incluyen financiamiento, recursos calificados o instrumentos administrativos inadecuados)
7. Reputación del propietario, incluida la pérdida de participación de mercado y capitalización bursátil

.....

Nota: las evaluaciones de riesgos y consecuencias pueden realizarse teniendo en cuenta o no las consideraciones financieras del propietario. Cualquier método será apropiado según el contexto y debe declararse de manera precisa.

.....

Los riesgos encontrados en las diferentes fases de la mina, o durante eventos extremos que afectan a la instalación de relaves, se pueden evaluar teniendo en cuenta las categorías anteriores, usando un **modelo de análisis de modalidades de fallo y efectos** (FMEA) y una **matriz típica de probabilidad-consecuencia** similar a la que se muestra en la [figura A1.1](#). Los riesgos se pueden identificar como *extremos*, *altos*, *moderados* o *bajos*.

Para empezar, todos los conceptos de administración mencionados en el *Apéndice 2* deben evaluarse siguiendo dicho abordaje basado en los riesgos y teniendo en cuenta todas las fases del ciclo de vida útil de una instalación de relaves.

Hay varias técnicas de evaluación de riesgos, además del FMEA, que pueden ayudar a evaluar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado y sus consecuencias para la operación, la sociedad y el ambiente. Algunas otras técnicas que suelen usarse son el *análisis preliminar de peligros*, la *simulación Monte Carlo*, el *análisis de causas y consecuencias* y el *análisis de árbol de decisiones y eventos*. Algunas de estas técnicas pueden usarse juntamente con una matriz de probabilidad-consecuencia. Por ejemplo, el **método Bowtie** (véase la [figura A1.2](#)) podría usarse para comprender mejor el alcance y la eficacia de los controles de riesgo, incluidos los controles críticos, que se establecieron o podrían implementarse para gestionar consecuencias grandes o extremas, según se indica en el modelo de una matriz de probabilidad-consecuencia. Consulte el documento sobre gestión del riesgo del LPSPD del Gobierno de Australia para un análisis más detallado de la aplicación del análisis Bowtie.

El (los) revisor(es) independiente(s) debe(n) contar con planes de gestión y evaluación de riesgos de la instalación de relaves en cuestión, y debe(n) incluir los resultados de esas evaluaciones y planes en el alcance de la IR. Finalmente, se debe comunicar un resumen de los resultados de la evaluación de riesgos al director ejecutivo responsable.

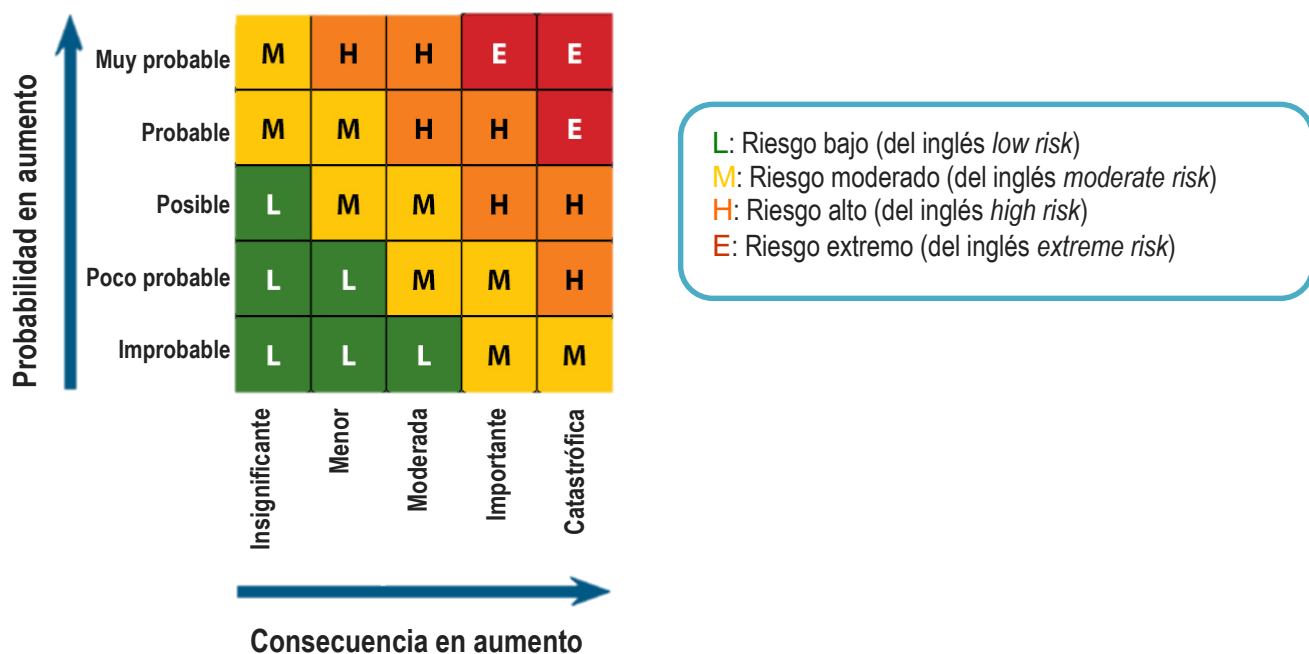
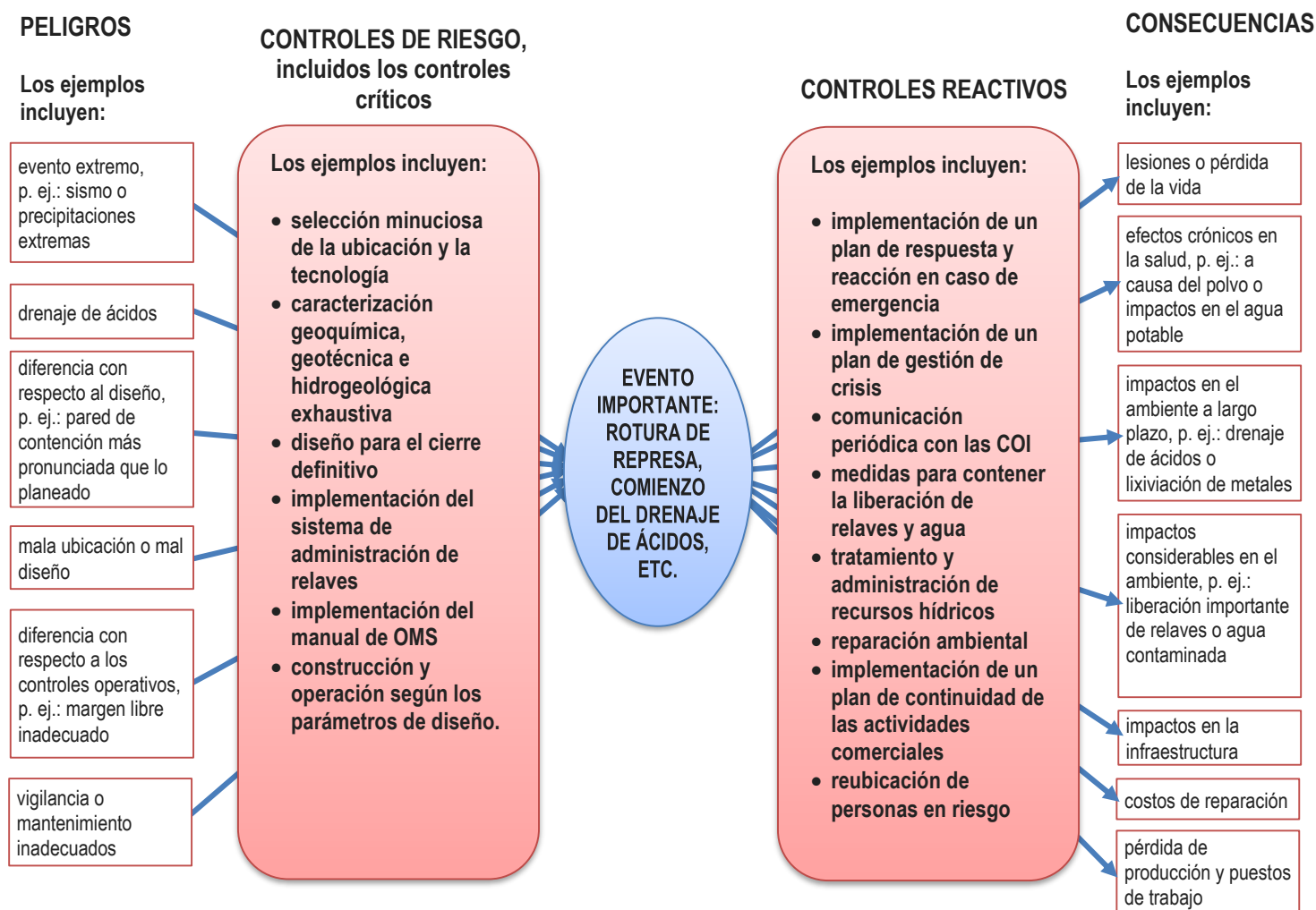


Figura A1.1. Ejemplo de una típica matriz de evaluación de riesgos cualitativa. Los indicadores del nivel de probabilidad, consecuencia y riesgo global (por ejemplo, riesgo posible, importante, alto, etc.) son solo a modo de ejemplo, y se pueden usar varios indicadores más siempre y cuando estén definidos, se entiendan y se usen de manera coherente.



**Figura A1.2.: Ejemplo de un análisis Bowtie típico.** Se brindan ejemplos de posibles peligros y controles de riesgo para reducir la probabilidad de que ocurra un evento importante o la consecuencia de este, y controles reactivos y consecuencias potenciales en caso de que ocurra un evento importante.

## Apéndice 2

# MEJOR TECNOLOGÍA DISPONIBLE Y MEJORES PRÁCTICAS DISPONIBLES / APLICABLES

---

La **mejor tecnología disponible**, o **BAT**, es la combinación de tecnologías y técnicas propia de un emplazamiento económicamente viable y que reduce con mayor eficacia los riesgos de reputación, financieros, sociales, ecológicos, geoquímicos y físicos asociados con la administración de relaves a un nivel aceptable en todas las etapas del ciclo de vida útil. Un emplazamiento que, asimismo, fomenta una operación minera factible en términos y ambientales.

La **mejor práctica disponible / aplicable**, o **BAP**, comprende los sistemas de administración, los procedimientos operativos y las técnicas y metodologías que, mediante la experiencia y la aplicación comprobada, han demostrado que pueden gestionar los riesgos de manera confiable, así como lograr objetivos de desempeño de forma rentable y técnicamente adecuada. La BAP es una filosofía de trabajo que abarca la mejora continua y la excelencia operativa, y se aplica de manera coherente durante la vida útil de una instalación, así como durante el período posterior al cierre definitivo.

### 1. BAT

La incorporación de la BAT a la administración de relaves está diseñada para garantizar que la metodología o tecnología en materia de relaves seleccionada logre los objetivos de desempeño, gestione los riesgos identificados y sea técnica y económicamente viable. Al considerar la BAT para la administración de relaves, es importante entender que ninguna tecnología o técnica, ni ninguna combinación de estas, será la mejor alternativa de gestión del riesgo para *todas* las instalaciones de relaves. Las diferencias en la topografía, el clima, la actividad sísmica, el ecosistema, la composición química y mineral del suelo y los cimientos, los aspectos económicos del proyecto y otras características propias de cada emplazamiento obligan a seleccionar **una BAT para cada instalación de relaves**.

Se debe evaluar el espectro completo de alternativas de administración de relaves para cada posible ubicación de las instalaciones en la fase de concepción del proyecto y de planificación del ciclo de vida útil (consulte el *Apéndice 3*). Este proceso minucioso y transparente para evaluar alternativas brinda una metodología para identificar la combinación óptima de opciones de administración de relaves y ubicación de una instalación, teniendo en cuenta las condiciones y el perfil de riesgo propios del emplazamiento, así como los riesgos y las obligaciones del cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre. Normalmente, los criterios que se deben usar al seleccionar la BAT se resumen en el apartado 3 del *Apéndice 3* e incluyen:

- riesgos de la instalación de relaves;
- plan de cierre definitivo y uso final del terreno;
- características físicas y químicas de los relaves;
- plan de administración y balance de recursos hídricos;
- expectativas de las COI;
- requisitos y consideraciones reglamentarias;

- aspectos económicos.

El objetivo de la aplicación de la BAT como parte de la estrategia de administración de relaves de un emplazamiento es determinar la metodología que permitirá que la instalación sea estable y segura, y que tenga un nivel de impacto y riesgo aceptable durante todo el ciclo de su vida útil.

Se debe volver a evaluar la BAT en distintos momentos durante la vida útil de la instalación cuando se operen datos o nuevas tecnologías, o cuando surjan motivos para contemplar un cambio importante en el plan del ciclo de vida de la instalación.

## 2. BAP

Comprometerse a usar la BAP es comprometerse a usar el conocimiento y la tecnología pertinentes para ayudar a garantizar el éxito. De hecho, la implementación de esta guía de administración de relaves es un ejemplo de cómo usar la BAP.

En el caso de la administración de relaves, la BAP comprende los **sistemas de administración** y los **procedimientos operativos** desarrollados e implementados, teniendo en cuenta las prácticas administrativas y de ingeniería actuales, de modo que las instalaciones de relaves se diseñen, construyan, operen, mantengan, controlen y cierren de manera tal que permitan lograr los objetivos de desempeño.

Hay varios conceptos clave que ayudan a definir la BAP:

- La práctica de administración de relaves evoluciona y mejora constantemente a medida que se amplía la base de conocimiento colectivo. Como resultado, el sistema de administración debe incluir procesos específicos para garantizar que las prácticas se mantengan actualizadas, a fin de gestionar con eficacia los impactos en la instalación e incorporar mejoras continuas.
- Los procesos y las prácticas de administración deben ser auditables y verificables.
- La implementación satisfactoria requiere la existencia de una comunicación eficaz y oportuna dentro y fuera de la compañía.

La BAP se usa para evaluar, controlar, verificar y mejorar constantemente los sistemas y las prácticas de administración del propietario. También se usa para garantizar que se hayan establecido mecanismos para:

- confirmar que los controles puedan gestionar los riesgos en evolución asociados con las instalaciones de relaves;
- estar a tono con los cambios en la tecnología, las prácticas y el conocimiento de la industria, así como fomentar reevaluaciones de la BAT cuando sean necesarias;
- evaluar e incorporar cambios pertinentes al sistema de administración de relaves del propietario y a sus prácticas operativas.

### 3. Relación entre BAT y BAP

Como las tecnologías y las prácticas evolucionan con el tiempo, es importante reconocer la interacción entre la BAT y la BAP. La selección de la BAT no incluye los procesos de mejora continua, gobernanza y administración durante la vida útil de la instalación de relaves. Estos son, en cambio, componentes de la BAP. Administrar una instalación con los principios de la BAP puede generar la necesidad de reevaluar la BAT si hay cambios en el desempeño o en la tecnología disponible y aplicable de una instalación, o si se identifica otro factor durante el proceso de mejora continua que podría ameritar un cambio en el diseño de la instalación. La evaluación de la BAT facilita la identificación y comprensión exhaustivas y transparentes de los posibles impactos, riesgos y costos asociados con la selección de tecnología en materia de relaves y, al mismo tiempo, brinda un marco de trabajo adecuado para controlar estos riesgos y costos mediante el uso de la BAP.

## Apéndice 3

# EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

---

## 1. Resumen

Se debe implementar un proceso de **evaluación de alternativas** para establecer la posible ubicación de una instalación de relaves, y también examinar la propia BAT del emplazamiento para su administración en la fase de concepción del proyecto y de planificación del ciclo de vida útil. La selección de la BAT y de la ubicación de la instalación *sienta la base para todas las decisiones y actividades posteriores relacionadas con la instalación de relaves*, incluida la gestión del riesgo. Las decisiones que se toman en esta etapa tienen repercusiones importantes y generalmente irreversibles durante el ciclo de vida útil.

Las alternativas para el cierre definitivo y los objetivos a largo plazo, y para el uso del terreno luego de dicho cierre, son aspectos esenciales en la selección inicial de la ubicación y la tecnología, y es posible que se deban reevaluar en otras etapas. También existe la posibilidad de que deban evaluarse alternativas en otras etapas del ciclo de vida útil si esta se prolonga y se necesitan instalaciones de relaves nuevas o más grandes.

La evaluación de alternativas normalmente se realiza como un proceso de varios pasos:

1. Identificación de objetivos de desempeño, que describen la actuación esperada de la instalación de relaves durante todo el ciclo de vida útil, así como objetivos de cierre definitivo a largo plazo y uso del terreno luego de dicho cierre.
2. Identificación de alternativas posibles (es decir, razonables, viables y realistas) evitando valoraciones *a priori* de las opciones.
3. Análisis previo de alternativas posibles que no cumplirán con los objetivos de desempeño o que suponen un obstáculo, a fin de no tenerlas más en cuenta. Este paso también se conoce como **análisis de errores críticos**.
4. Evaluación de las alternativas restantes usando el análisis de varias cuentas o un instrumento similar para la toma de decisiones.
5. Análisis de sensibilidad para poner a prueba la solidez y la validez de los resultados de la evaluación detallada de las alternativas frente a diversos prejuicios o suposiciones. A pesar de los esfuerzos para que la evaluación de alternativas sea lo más objetiva posible, habrá prejuicios reales y aparentes durante el proceso. Por ejemplo, podría volver a realizarse la evaluación sin considerar los costos del proyecto, para ver qué impacto tendrá no tenerlos en cuenta en el resultado final.
6. Documentación de los resultados en un informe técnico integral.

Existen varios aspectos importantes en la realización de una evaluación eficaz de alternativas:

- La evaluación de alternativas debe tener en cuenta una amplia gama de factores y debe estar a cargo de un **equipo multidisciplinario** en consonancia con las condiciones exclusivas de la instalación propuesta. Este equipo suele estar conformado por ingenieros geotécnicos, geólogos, biólogos pesqueros, hidrólogos, arqueólogos, especialistas en relaciones con la comunidad y con pueblos originarios, especialistas en conocimiento ecológico tradicional, científicos sociales y economistas.

- Los miembros del equipo deben mantener una **actitud abierta** con los demás y con los resultados del proceso. Tener una idea preconcebida de la respuesta “correcta” puede influenciar los resultados. Los miembros del equipo deben respetar el proceso de evaluación de alternativas.
- Estos deben recopilar y considerar una amplia gama de información. En el apartado 3 de este apéndice puede encontrar ejemplos de dicha información.
- Se requieren **aportes externos** en todos los pasos anteriores. El aporte de las COI y las autoridades regulatorias informa el proceso, y los revisores independientes también deben participar.
- Se deben evaluar y documentar las alternativas usando un instrumento riguroso y transparente para la toma de decisiones, como el análisis de varias cuentas, que se describe con más detalle en el apartado 2.
- Dada la necesidad de seleccionar una ubicación y la BAT, el proceso puede requerir **más de una iteración**.

La [figura A3.1](#) ilustra un marco de trabajo global para la planificación y el diseño de instalaciones de relaves, y la función de la evaluación de alternativas en ese marco de trabajo.

## 2. Análisis de varias cuentas

El **análisis de varias cuentas (MAA)** es un instrumento que se usa para respaldar la toma de decisiones y para la administración de relaves. Existen varios instrumentos estructurados y útiles para la toma de decisiones que facilitan el proceso de diseño y planificación. Dado que la autoridad regulatoria federal de Canadá exige el uso del MAA, se le da mayor énfasis en este documento. Este abordaje se describió en *Análisis de varias cuentas para la selección de un emplazamiento para relaves*<sup>12</sup>. El Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Canadá amplió dicho documento en sus *Pautas para la evaluación de alternativas para el desecho de residuos de minería* (2011). Este análisis está fundado en el abordaje tal como se describe en estos documentos.

El MAA e instrumentos similares son métodos eficaces que ayudan a tomar decisiones complejas y a comunicar a otros cómo se formularon esas decisiones y qué factores se tuvieron en cuenta. Estas herramientas se aplican de manera general a diversas medidas que podría ser necesario tomar. En un contexto de decisiones sobre administración de relaves, se aplican sin importar las características de los relaves, la geografía, el contexto ambiental ni el ámbito social de un emplazamiento, ni otros factores que puedan influenciar en dichas decisiones.

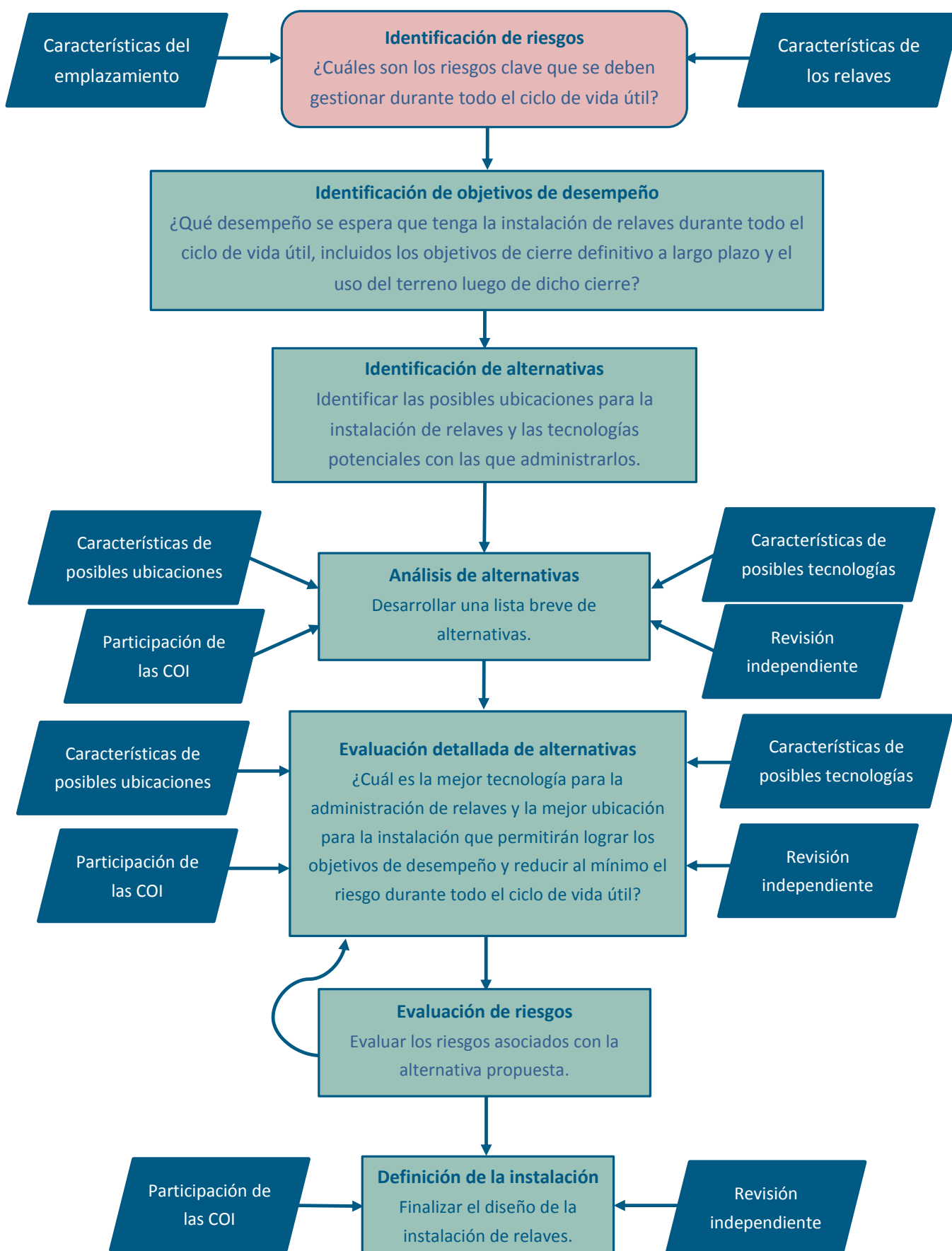
El MAA es parte de un conjunto de métodos más amplio, conocido como **análisis de decisiones con varios criterios**. La fortaleza de estos instrumentos radica en que proporcionan un método de evaluación integrada de diferentes características de las alternativas, por ejemplo, para comparar posibles impactos en la fauna con los costos de capital. De hecho, estos instrumentos representan un método riguroso y semicuantitativo de comparación de elementos muy diferentes. La metodología también proporciona un medio para que los prejuicios y la subjetividad inherentes sean más transparentes, y para que luego se puedan examinar mediante el análisis de sensibilidad.

<sup>12</sup> Robertson, A. MacG., Shaw, S. C. (1999): “Multiple Account Analysis for Tailings Site Selection”. En actas de la conferencia Sudbury 99, *Mining and the Environment II*, vol. 3, pág. 883 a 891.

El MAA es un proceso de dos etapas.

- La primera comprende el **desarrollo de un libro mayor con varias cuentas**, es decir, una lista de cuentas y diversas subcuentas que describen la alternativa y sus posibles impactos. Por ejemplo, la cuenta para “Ambiente” puede incluir diversas subcuentas, desde impactos en la vida silvestre acuática y terrestre hasta el uso del terreno luego del cierre definitivo. Cada subcuenta contará con indicadores medibles. Por ejemplo, una subcuenta que describa la superficie de una instalación brindará un indicador que se mida en kilómetros cuadrados.
- La segunda etapa se conoce como **proceso de toma de decisiones basada en valores**. Comprende “la clasificación, el escalamiento y la ponderación de los valores de un indicador en una subcuenta de manera sistemática y transparente, de modo que el fundamento en el valor para la combinación o acumulación de efectos sea evidente” (Robertson y Shaw, 1999).

Figura A3.1. Marco de trabajo para el diseño y la planificación de instalaciones de relaves.



### 3. Información típica que se tiene en cuenta para la evaluación de alternativas y el diseño de instalaciones de relaves

Debajo se mencionan ejemplos de tipos de información que se suelen tener en cuenta para la evaluación de alternativas y el diseño de una instalación de relaves. *La información que se incluye es parcial, y sus fines no son prescriptivos, sino ilustrativos.* Es posible que no se aplique a todos los casos, y que se necesiten otros tipos de información u otro nivel de detalle según cada emplazamiento.

#### 3.1. Características básicas

Características de la mina propuesta
<p><b>Minerales y roca circundante:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reservas y vida útil estimada de la mina</li> <li>• Mineralogía</li> <li>• Composición química</li> <li>• Procesos de oxidación y potencial de generación de ácido</li> <li>• Potencial de lixiviación de metales y otros contaminantes</li> </ul> <p><b>Plano de la mina y cavidades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial para el desarrollo secuencial de la mina y uso de cavidades agotadas para la administración de relaves</li> <li>• Potencial para el uso de relaves como relleno durante las operaciones</li> </ul> <p><b>Parámetros para el procesamiento de minerales relacionados con los relaves:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso y reactivos que se usarán</li> <li>• Procesos de tratamiento (p. ej.: destrucción de cianuro)</li> </ul>
Características de los relaves y otros materiales
<p><b>Relaves</b> (<i>características que no dependen de la tecnología de administración de relaves seleccionada</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción diaria / anual</li> <li>• Cantidad total de relaves y otros materiales que se administrarán en la instalación de relaves</li> <li>• Mineralogía</li> <li>• Distribución de tamaños</li> <li>• Composición química</li> <li>• Potencial de oxidación y de generación de ácido</li> <li>• Idoneidad para separar sulfuros si pueden generar ácido</li> <li>• Potencial de lixiviación de metales y otros contaminantes</li> <li>• Variaciones en lo anterior</li> </ul> <p><b>Relaves</b> (<i>características que dependen de la tecnología de administración de relaves seleccionada [deben determinarse para cada alternativa tecnológica evaluada]</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reología</li> <li>• Propiedades de consolidación</li> <li>• Contenido de sólidos</li> <li>• Plasticidad</li> <li>• Química de fase líquida</li> <li>• Conductividad hidráulica y anisotropía de relaves nuevos y compactados</li> <li>• Variaciones en lo anterior</li> </ul>

**Materiales para tratar juntamente con los relaves** (p. ej.: roca estéril, lodo de depuración):

- Cantidad diaria / anual colocada y cantidad total que se debe tratar en la instalación de relaves
- Cronograma para la colocación (podría ser después de finalizadas las operaciones en el caso del lodo de depuración)
- Composición química
- Potencial de oxidación y de generación de ácido
- Potencial de lixiviación de metales y otros contaminantes
- Aspectos relacionados con la estabilidad

**Disponibilidad y características de los materiales de construcción de embalses**  
(si corresponde)

**Roca estéril y relaves:**

- Cantidades adecuadas para la construcción
- Disponibilidad en el momento adecuado para la construcción
- Composición química
- Potencial de oxidación y de generación de ácido
- Potencial de lixiviación de metales y otros contaminantes
- Propiedades físicas y de ingeniería (p. ej.: solidez, gradación, potencial de deleznamiento)
- Conductividad hidráulica en la estructura de la represa

**Arrastre glaciar y otros materiales sueltos** (escollera / tierra):

- Disponibilidad y distancias de transporte
- Cantidad disponible
- Impactos de la excavación de material de relleno en el ambiente
- Impactos del desarrollo y la operación de la cantera en el ambiente
- Distribución de tamaños
- Idoneidad para aplicaciones de baja permeabilidad
- Composición química
- Potencial de oxidación y de generación de ácido
- Potencial de lixiviación de metales y otros contaminantes
- Duración e integridad
- Potencial de erosión interna
- Resistencia al proceso de congelación/descongelación

**Administración del aire y de recursos hídricos**

**Clima en el emplazamiento** (variaciones estacionales, valores medios y extremos):

- Temperatura
- Dirección y velocidad del viento predominantes, incluido el potencial de generación de polvo
- Precipitaciones, que incluyen probabilidad de inundación de una vez cada 100 años, probabilidad de inundación de una vez cada 1.000 años e inundación máxima probable
- Patrones estacionales de precipitaciones, incluidas las nevadas, la temporada de lluvias, etc.
- Evaporación
- Predicciones de cambio climático (p. ej.: temperatura, precipitaciones y eventos extremos)

**Balance global de recursos hídricos del emplazamiento** (*independiente de la tecnología de administración de relaves*):

- Uso de agua en el procesamiento de minerales
- Producción de agua de minas
- Evaporación
- Otros flujos de agua que se deben administrar en el emplazamiento
- Interceptores y desviaciones de agua no contaminada
- Disponibilidad de agua de reposición
- Descarga de agua en el ambiente

### 3.2. Otras características: evaluación en la etapa de análisis

Se deben considerar estas características para cada posible alternativa incluida en el paso inicial de análisis a fin de desarrollar una lista breve de opciones para una evaluación más detallada. El objetivo en esta etapa es identificar “errores críticos” en las alternativas potenciales, a fin de no tenerlas más en cuenta.

#### **Información básica sobre cada posible ubicación:**

- Distancia desde la instalación de procesamiento de minerales (transporte de relaves)
- Distancia desde la mina (transporte de roca estéril para la construcción)
- Topografía, según mapas regionales y fotos aéreas, imágenes satelitales o mapas topográficos detallados
- Superficie de la posible instalación de relaves
- Posible ubicación de las represas, y elevación estimada de estas, si corresponde
- Capacidad total estimada de la posible instalación de relaves
- Identificación de cualquier zona sensible aguas abajo (p. ej.: comunidades) que podría verse afectada en el caso de un fallo en la instalación

#### **Infraestructura planificada y existente:**

- Infraestructura relacionada con la mina, que incluye caminos, edificios, tajos abiertos e instalaciones para el depósito de residuos
- Infraestructura no relacionada con la mina, que incluye caminos, rutas de servicio, proximidad a las comunidades y a otros propietarios de terrenos

#### **Flora y fauna que podrían obstaculizar la construcción de una instalación de relaves en una ubicación determinada:**

- Presencia de cuerpos acuáticos frecuentados por peces dentro de la superficie de la probable instalación de relaves que obstaculizaría la obtención de permisos
- Presencia de especies amenazadas o en peligro de extinción y especies migratorias
- Otros valores ecológicos (p. ej.: zonas de parición o de celo)

#### **Peligros u otras características que podrían obstaculizar la construcción de una instalación de relaves en una ubicación determinada:**

- Riesgo de aludes o avalanchas
- Fallas geológicas u otras características
- Condiciones geotécnicas
- Condiciones hidrológicas

**Características sociales o culturales que podrían obstaculizar la construcción de una instalación de relaves en una ubicación determinada:**

- Zonas arqueológicas importantes, como cementerios
- Zonas de importancia espiritual
- Zonas utilizadas para el cultivo tradicional de alimentos, o para fines medicinales o espirituales

**Aspectos relacionados con el cierre definitivo:**

- Facilidad de cierre definitivo y factores relacionados que podrían obstaculizar la construcción de una instalación de relaves en una ubicación determinada

**Costo:**

- Estimación aproximada pero justificable de los costos de una instalación de relaves en cada ubicación, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida útil, desde la planificación y el diseño hasta el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre.

### 3.3. Otras características: evaluación detallada

Se deben considerar estas características con el suficiente nivel de detalle, como para poder evaluar minuciosamente cada posible alternativa de la lista breve de opciones para una evaluación más detallada. Si bien el nivel de detalle es menor que el que se requiere para el diseño técnico detallado y la construcción, debe ser lo suficientemente alto como para comprender los factores clave que influyen la selección de la ubicación y la manera en que se diseñará, construirá, operará y cerrará definitivamente una instalación de relaves en esa ubicación.

**Plan de administración de relaves** (consulte el *Apéndice 6*):

- Posible tecnología en materia de relaves (p. ej.: convencionales, ciclonados, espesados, en pasta o filtrados)
- Administración del potencial de generación de ácido (p. ej.: cobertura con material húmedo, nivel freático elevado, cobertura con material seco, segregación de sulfuros)
- Administración de la lixiviación con pH neutro de metales, metaloides y no metales
- Superficie de la posible instalación, ubicación y altura de cualquier represa u otra estructura de contención
- Capacidad de la instalación según se diseñó
- Diseño de cualquier represa u otra estructura de contención (p. ej.: permeable o de retención de agua, de línea central o aguas abajo, encajada en los cimientos o construida sobre materiales superficiales)
- Materiales de construcción para cualquier represa u otra estructura de contención (p. ej.: núcleo del arrastre glaciar, roca estéril, relaves ciclonados y otros materiales)
- Cualquier material que se deba administrar juntamente con los relaves, y métodos de administración conjunta

**Plan de cierre definitivo** (consulte el *Apéndice 6*):

- Uso planificado del terreno luego del cierre definitivo
- Estrategia de cierre definitivo para la instalación de relaves
- Descripción general del mantenimiento y el control a largo plazo
- Plan de recuperación progresiva

**Información básica sobre cada posible ubicación:**

- Topografía detallada, según la técnica de detección por luz y distancia (LIDAR) u otros métodos

**Cimientos e hidrogeología:**

- Unidades rocosas presentes en la superficie de las probables instalaciones de relaves y zonas adyacentes a estas
- Presencia de fallas, acuíferos, acuitados u otras características que influyen en la dirección y la velocidad del flujo de aguas subterráneas
- Conductividad hidráulica estimada de las unidades rocosas pertinentes, según las características geológicas

**Hidrogeología y geología superficiales:**

- Profundidad hasta los cimientos de la superficie de la probable instalación de relaves
- Estratigrafía de las unidades superficiales
- Presencia y extensión de los depósitos de arcilla y su potencial para causar problemas de estabilidad si se construye una instalación de relaves arriba de la arcilla
- Presencia y extensión de otros factores que influyen en la estabilidad y las condiciones de la base, como material orgánico, nivel freático alto, arenas flojas, relaves antiguos, zona rellena, cimientos fragmentados, etc.
- Conductividad hidráulica estimada de las unidades superficiales, según las características geológicas
- Presencia y extensión de unidades con permeabilidad alta o baja (p. ej.: arena o arcilla)

**Hidrología dentro de la superficie de la probable instalación de relaves, y en zonas aguas arriba y aguas abajo:**

- Delimitación de la cuenca y patrones de flujo
- Tamaño y flujo de corrientes
- Presencia de zonas húmedas
- Escorrentía
- Período de retorno de inundaciones y posible severidad
- Batimetría de cualquier lago o fosa

**Administración de recursos hídricos:**

- Entradas a posibles instalaciones de relaves y salidas de estas
- Parámetros de diseño en caso de fenómenos meteorológicos extremos
- Medidas de gestión de filtraciones (p. ej.: medidas de control y recolección)
- Tasa estimada de filtraciones provenientes de la instalación de relaves
- Calidad estimada de aguas subterráneas de filtración
- Interceptores y desviaciones de agua no contaminada

**Peligros naturales dentro de la superficie de la probable instalación de relaves y en zonas adyacentes que podrían afectar a la instalación:**

- Riesgo de aludes o flujo de desechos
- Riesgo de avalanchas
- Riesgo sísmico

**Medio terrestre dentro de la superficie de la probable instalación de relaves y en zonas adyacentes que podría resultar afectado por la instalación:**

- Especies animales y vegetales importantes presentes
- Características del hábitat, como zonas de guaridas o pastos naturales
- Presencia de especies de importancia comercial, recreativa o aborígen, como especies que se capturan, cazan o recogen con fines alimentarios, comerciales, medicinales o tradicionales / espirituales

**Medio acuático dentro de la superficie de la probable instalación de relaves y en zonas aguas arriba y aguas abajo que podría resultar afectado por la instalación:**

- Calidad del agua y los sedimentos
- Cualquier fuente de impacto cercana aguas abajo o aguas arriba que afecte la calidad del agua o altere el medio acuático
- Especies de peces presentes, incluidas todas las especies amenazadas o en peligro de extinción
- Presencia de especies de importancia comercial, recreativa o aborígen

**Arqueología dentro de la superficie de la probable instalación de relaves y en zonas inmediatamente adyacentes:**

- Presencia de yacimientos arqueológicos de importancia aborígen o no aborígen, como cementerios, sitios de campamento, sitios históricos, etc.

**Consideraciones aborígenes relacionadas con la superficie de la probable instalación de relaves y en zonas adyacentes:**

- Estado de reclamaciones de tierras
- Uso tradicional de la zona para cacería o reuniones
- Sitios de importancia espiritual
- Acuerdos con comunidades indígenas

**Otras consideraciones:**

- Presencia de permahielo
- Presencia de zonas afectadas por la actividad minera previa o por otras actividades industriales o comerciales

**Consideraciones socioeconómicas** *(si bien pueden ser las mismas para todas las alternativas consideradas, se deben evaluar según cada ubicación):*

- Otros usos actuales e históricos de recursos hídricos y terrenos, como usos recreativos, parques, fuentes de agua potable
- Otros usos comerciales en la zona, como minería, explotación forestal o ganadería

**Costo:**

- Estimación de los costos de una instalación de relaves en cada ubicación, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida útil, desde la planificación y el diseño hasta el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre.

### 3.4. Otras características: diseño detallado

<b>Cimientos e hidrogeología:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Según se menciona arriba en el punto 3.3, pero con más detalle según corresponda</li><li>• Conductividad hidráulica medida de las unidades rocosas pertinentes</li></ul>
<b>Hidrogeología y geología superficiales<sup>13</sup></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Información detallada sobre la profundidad hasta los cimientos de la superficie de la instalación de relaves planificada</li><li>• Estratigrafía detallada de las unidades superficiales</li><li>• Información detallada sobre la presencia y el alcance de los depósitos de arcilla y otros factores que pueden afectar la estabilidad y las condiciones de la base</li><li>• Conductividad hidráulica medida de las unidades superficiales</li><li>• Características físicas pertinentes de las unidades superficiales, sobre todo en las zonas donde se planea colocar bases para represas</li></ul>
<b>Hidrología dentro de la superficie de la instalación de relaves planificada, y en zonas aguas arriba y aguas abajo:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Según se menciona arriba en el punto 3.3, pero con más detalle según corresponda</li></ul>
<b>Peligros naturales dentro de la superficie de la instalación de relaves planificada y en zonas adyacentes que podrían afectar a la instalación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Según se menciona arriba en el punto 3.3, pero con más detalle según corresponda</li><li>• Descripción de medidas de mitigación</li><li>• Otras características mencionadas en el punto 3.3, pero con más detalle según corresponda</li></ul>
<b>Costo:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estimación lo suficientemente detallada de los costos de la instalación de relaves seleccionada a lo largo del resto del ciclo de vida útil de la instalación</li></ul>

<sup>13</sup> Consulte, por ejemplo: Asociación Profesional de Ingenieros y Geocientíficos de BC (2016): *Caracterización de emplazamientos para bases para represas en BC*.

## Apéndice 4

# REVISIÓN INDEPENDIENTE

---

## 1. Introducción

Las instalaciones de relaves son complejas, y todos los aspectos de su administración están sujetos al error humano. Las estructuras de gobernanza de relaves que respaldan las decisiones eficaces en materia de gestión del riesgo son fundamentales para mantener y aumentar la resistencia de las instalaciones durante su vida útil. Un factor clave de una gobernanza eficaz por parte del propietario es la **revisión independiente (IR) periódica** de las instalaciones y su gobernanza, que se considera una BAP esencial para la administración responsable y, en algunas jurisdicciones, **es obligatoria**. Además, muchas instituciones financieras exigen procesos de IR para demostrar una gestión del riesgo responsable. Es muy posible que las compañías aseguradoras ofrezcan reducciones en el valor de las primas si la IR es parte del programa de gestión del riesgo de una instalación.

No hay una fórmula ni un método específicos para realizar una IR eficaz. En este apéndice se describen **principios y elementos comunes** a cualquier proceso de IR eficaz; sin embargo, la manera en que se aplican estos principios y elementos en una instalación determinada será tan única como las características de esa instalación. El material y los ejemplos a continuación están previstos para brindar pautas y no tienen un fin prescriptivo.

Los propietarios de instalaciones de relaves que emplean la BAP suelen valerse de la IR para brindar, de manera sistemática y continua, una opinión calificada e independiente sobre:

- los riesgos y el estado de una instalación de relaves;
- si la instalación de relaves se está administrando según la base de prácticas de ingeniería confiables, y
- si los conceptos y los criterios de diseño son coherentes con los requisitos reglamentarios, los estándares industriales y la teoría, las metodologías y la experiencia actuales.

Si bien la IR también puede brindar recomendaciones para mejorar la administración, los procesos de IR no confieren autoridad a los revisores para la toma de decisiones. La responsabilidad por la toma de decisiones sobre la implementación de las recomendaciones recae **únicamente en el propietario**.

El objetivo de la IR es permitir que los responsables de la administración de una instalación de relaves tomen decisiones más informadas sobre dicha instalación, de modo que los riesgos asociados con los relaves se gestionen de manera cabal y según los estándares de cuidado aceptables.

La IR no reemplaza al diseño apropiado ni al papel del EoR, y es esencial que el propietario cuente con un equipo debidamente calificado y experimentado, o que contrate a consultores para que brinden los servicios especializados necesarios durante el ciclo de vida útil de la instalación. Es importante que el propietario designe a una persona responsable para coordinar las actividades de IR con los diseñadores, el personal de operaciones y la alta gerencia.

## 2. Beneficios

La IR combina la experiencia y el conocimiento de los expertos en el diseño y la administración de instalaciones de relaves para responder a los desafíos técnicos que un propietario puede encontrar o estar enfrentando.

La IR es más eficaz si comienza en la fase de concepción y planificación del ciclo de vida útil del proyecto y continúa durante el diseño, la construcción, la operación, el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre. Como tal, el objetivo de la IR es identificar y abordar posibles deficiencias antes de que aparezcan, y se trata principalmente de una medida de control de riesgos preventiva. El abordaje preventivo de la IR fomenta la mejora continua y disminuye la autocomplacencia.

El proceso de IR exige que el propietario brinde información exhaustiva y de alta calidad a los revisores independientes. Recopilar dicha información ayuda a reforzar la documentación de la memoria institucional del propietario y puede reducir la dependencia de la memoria por parte de las personas involucradas en la administración de relaves.

La IR se puede usar para respaldar la evaluación del desempeño y las revisiones administrativas para la mejora continua.

## 3. Espíritu de “independencia”

El objetivo o espíritu que refleja la palabra “independiente” es que los revisores no deben estar involucrados directamente en el diseño ni en la operación de una instalación de relaves en particular. Si existe un posible conflicto de intereses, este debe identificarse y declararse de modo que el propietario sepa cuándo se vea teóricamente comprometida la “independencia” y dé su consentimiento al respecto. Por ejemplo, es aceptable tener un revisor independiente que esté contratado por la misma compañía que el EoR de la instalación de relaves, siempre y cuando se cumpla el objetivo de “independencia”. Esto se refuerza aún más si el propietario y su(s) consultor(es) (por ejemplo, diseñador, EoR) comprenden claramente que el revisor independiente debe abstenerse de participar en un debate o de opinar cuando pueda surgir un conflicto de intereses. Esta flexibilidad permite que el proceso de IR aumente al máximo el uso apropiado de revisores calificados, teniendo en cuenta que puede haber una cantidad limitada de dichas personas calificadas disponible.

## 4. Pautas para la revisión independiente

Las pautas que se brindan son para la IR prevista para fines internos, para informar al propietario de la instalación. No están pensadas para abordar otros tipos de IR, como los que exigen algunas autoridades regulatorias.

## 5. Nivel de detalle de la IR

El nivel y el detalle de la IR se deben establecer claramente antes de cualquier procedimiento de revisión. Un ejemplo del nivel y el detalle requeridos coincide con el que se describe en “Nivel de revisión” de Robertson y Shaw (2003)<sup>14</sup>, de la siguiente manera:

*En este nivel, el revisor suele examinar todos los documentos clave y hace, como mínimo, comprobaciones de la “razonabilidad de los resultados” en análisis fundamentales, valores de diseño y conclusiones. El diseño, la construcción y los procesos operativos se revisan en un nivel que permita formular una opinión independiente sobre la adecuación y la eficacia de los diseños, la construcción y las operaciones. El revisor suele fiarse de las representaciones que le brinda el personal clave del proyecto, siempre y cuando los resultados y las representaciones sean razonables y coherentes con las expectativas del revisor. Se confecciona un informe de revisión que documenta las observaciones del revisor en términos de la adecuación del diseño, la construcción y las operaciones, y hace recomendaciones que se desprenden de dichas observaciones.*

## 6. Abordaje basado en el riesgo

La IR es parte de un sistema de gestión del riesgo eficaz. Como tal, el nivel de implicación de la IR durante el ciclo de vida útil de la instalación debe basarse en los riesgos, con un énfasis particular en los posibles impactos de un evento importante que ocurra en la instalación de relaves que afecte las actividades comerciales en general, la salud y el bienestar de los trabajadores y la comunidad, y el ambiente.

Si bien algunos emplazamientos realizan IR anualmente, la frecuencia de la IR se debe determinar según cada instalación, en función del perfil de riesgo y la fase del ciclo de vida útil de cada una. En algunos casos, es posible que se ameriten otras sesiones de IR especiales y exclusivas, por ejemplo, si una instalación existente se está renovando para cumplir los criterios y estándares de diseño actuales, o si una instalación está en la etapa de diseño, puesta en marcha u operación inicial. En estos casos, se debe determinar la frecuencia de la IR en conjunto con el organismo de IR, el propietario y el EoR. A medida que un emplazamiento se aproxima a un “estado de estabilidad” de sus operaciones, se puede reducir la frecuencia de IR. Esta puede variar según el riesgo durante el cierre definitivo.

Un organismo de IR puede estar conformado por un solo revisor o por varias personas. La constitución del organismo de IR y el nivel de experiencia deben ser proporcionales a la complejidad y el perfil de riesgo de la instalación de relaves. En consecuencia, un revisor independiente puede ser una persona competente contratada por un propietario aparte, o un experto en el tema de renombre internacional. En las instalaciones de alto riesgo (donde sería razonable que una ruptura derive en la inundación de una o varias viviendas y en la pérdida de la vida), es posible que se deba contar con un panel de tres o cuatro expertos en el tema con áreas de conocimiento diferentes pero complementarias, a fin de cubrir las diversas disciplinas asociadas con la administración de una instalación (por ejemplo, geotecnología, hidrología, hidrogeología y geoquímica). En otros casos, quizás se requiera la participación

---

<sup>14</sup> Robertson, A. Shaw, S. 2003. *Risk Management for Major Geotechnical Structures on Mines*. [http://www.infomine.com/library/publications/search.asp?action=16384&search\\_text=audit+review&search\\_dt\\_all=true&Search=Search](http://www.infomine.com/library/publications/search.asp?action=16384&search_text=audit+review&search_dt_all=true&Search=Search)

temporal en la IR de profesionales en disciplinas especializadas (por ejemplo, paleosismología, evaluación de peligro sísmico) con conocimientos diferentes a los del organismo de IR central. Se debe tener en cuenta la redundancia de las disciplinas técnicas dentro del organismo de IR según el perfil de riesgo de una instalación.

## 7. Programa de IR

Se deben analizar atentamente las instrucciones para la IR según el perfil de riesgo de la instalación. En el apartado 9 de este apéndice se mencionan instrucciones recomendadas. Una IR eficaz exige que los propietarios conserven archivos fiables de documentos pertinentes. Esto adquiere especial importancia en el caso de cambio de empleados, contratistas o consultores (por ejemplo, EoR) involucrados en la administración de relaves, o si se produce un cambio o un evento significativos.

Para que el proceso de IR sea más eficaz, debe incluir la participación del personal del emplazamiento (por ejemplo, persona responsable), del EoR y de consultores clave. El proceso de IR requiere gran cantidad de información, que suele incluir:

- una descripción de la instalación e información de diseño y de cómo se hizo;
- planes de evaluación de riesgos y gestión del riesgo;
- un manual de OMS, con un resumen de prácticas y procedimientos clave en relación con la operación, el mantenimiento y la vigilancia;
- resultados de la evaluación del desempeño y la revisión administrativa para la mejora continua;
- en el caso de instalaciones nuevas, una evaluación de alternativas para la selección de la ubicación y la BAT de una instalación de relaves;
- cualquier cambio desde la última IR (si se hizo una IR anteriormente);
- otros estudios y evaluaciones pertinentes;
- un resumen de recomendaciones previas de la IR y el estado de implementación;
- información pertinente sobre planificación de la instalación a largo y mediano plazo.

Se debe **documentar la IR** para describir el alcance y el proceso de la revisión, detalles de las cuestiones técnicas evaluadas y, si corresponde, recomendaciones y oportunidades de mejora.

Para que la IR funcione de manera óptima como instrumento de gestión del riesgo eficaz, el proceso de IR **debe ser confidencial**. La falta de confidencialidad podría socavar el proceso de IR, ya que depende de los debates abiertos sobre cuestiones y riesgos relacionados con una instalación de relaves, que incluyen situaciones de posibles cambios en el emplazamiento (por ejemplo, información sobre la probable prolongación de la vida útil de una mina, que podría influenciar a accionistas o inversores existentes o potenciales) que no se pueden divulgar legalmente. A este respecto, la confidencialidad es necesaria para cumplir los reglamentos de seguridad, ya que la IR suele tener en cuenta planes de minería futuros e información prospectiva. Si fuera necesario, el proceso y los hallazgos de la IR se pueden resumir para su divulgación.

Se debe desarrollar un plan de acción en respuesta a cualquier recomendación que surja del proceso de IR. El progreso de la implementación del plan de acción se debe supervisar y, si corresponde, compartir con el (los) revisor(es) independiente(s). El propietario también debe identificar cualquier recomendación que no se implementará y documentar un motivo.

## 8. Lectura sugerida

Para las instalaciones que estén considerando un programa de IR, se adjunta un resumen del proceso a este documento. Las siguientes publicaciones son recursos recomendados para brindar más contexto y ejemplos de IR:

- Hoek, E. 2001. "Geotechnical Review Boards in Mining". *Geotechnical News*. Marzo de 2001.
- Matich, M. A. J. 1986. Design and Review Boards. Alberta Dam Safety Seminar. Edmonton. Septiembre de 1986.
- McKenna, G. 2001. "Celebrating 25 Years – Syncrude's Geotechnical Review Board". *Geotechnical News*. Septiembre de 1998.
- Robertson, A., Shaw, S. 2003. *Risk Management for Major Geotechnical Structures on Mines*.  
[http://www.infomine.com/library/publications/search.asp?action=16384&search\\_text=audit+review&search\\_dt\\_all=true&Search=Search](http://www.infomine.com/library/publications/search.asp?action=16384&search_text=audit+review&search_dt_all=true&Search=Search)

## 9. Instrucciones recomendadas para la IR

**Mandato de IR.** Brindar una IR del diseño, la construcción y la administración de una instalación de relaves para que el propietario pueda tomar decisiones más informadas sobre la instalación, de modo que los riesgos asociados con los relaves se gestionen de manera responsable y según un estándar de cuidado aceptable. Los revisores deben comentar sobre temas que:

- afectan la integridad física o química de la instalación;
- puedan repercutir en la salud y la seguridad de las personas, en el ambiente y en comunidades posiblemente afectadas;
- están más allá de la práctica industrial actual o futura;
- afectan las condiciones futuras de un emplazamiento.

Los revisores también tienen que considerar la eficacia del sistema de administración de relaves de un emplazamiento.

Un representante apropiado del propietario administra a los revisores. Los hallazgos de la IR se comunican al director ejecutivo responsable, ya sea en forma directa o por medio de un representante del propietario. Los revisores no tienen autoridad para tomar decisiones y no reemplazan al papel del EoR ni de un revisor independiente experimentado en seguridad de represas durante la evaluación de la seguridad de una represa. A excepción de actos de negligencia grave, conducta dolosa o fraude, los revisores no deben exponerse al riesgo de incurrir en responsabilidad profesional, y el propietario debe relevar de responsabilidad a los independientes y no estar directamente involucrados en el diseño ni en la operación de la instalación de relaves. Si puede haber un conflicto de intereses, para una parte de la revisión que se esté revisores por reclamos directos o de terceros.

En casos donde haya un riesgo claro e inminente para la salud o la seguridad públicas, los revisores deben divulgar esos riesgos lo antes posible al director ejecutivo responsable, y confirmar que se gestionan de manera apropiada. Este punto está asociado directamente con el *Protocolo de gestión de crisis y comunicaciones*.

**Requisitos de “independencia”.** Los revisores deben ser independientes y no estar directamente involucrados en el diseño ni en la operación de la instalación de relaves. Si puede haber un conflicto de intereses, para una parte de la revisión que se esté haciendo, se debe declarar ese conflicto de modo que el propietario sepa cuándo se vea teóricamente comprometida la “independencia” y dé su consentimiento al respecto o tome otra medida. Muchas veces, los especialistas sobre TSF son escasos a nivel local y pertenecen a firmas de experiencia incuestionable, motivo por el cual un profesional podría estar directamente relacionado a una firma de diseño de TSF; sin embargo, podría ser parte de una opinión independiente debido a su alto grado de especialización. Todo mientras mantenga en claro su nivel de independencia con cualquier firma de la especialidad.

**Nivel de revisión.** El nivel y el detalle provistos para la IR deben ser coherentes con el que se describe en “Nivel de revisión” de Robertson y Shaw (2003).

## Apéndice 5

# CONSIDERACIONES PARA LA ADMINISTRACIÓN A LO LARGO DE LA VIDA ÚTIL DE UNA INSTALACIÓN DE RELAVES

---

En el apartado 3 de este apéndice, encontrará una **lista de comprobación** que puede personalizar, cuyo fin es ayudar a implementar el marco de trabajo para la administración de relaves durante el ciclo de vida útil. Puede descargar una lista de comprobación maestra desde el sitio web de MAC en [www.mining.ca/tailings-management](http://www.mining.ca/tailings-management).

Además de la aplicación de la lista de comprobación, debajo se describen consideraciones sobre administración para todas las fases del ciclo de vida útil. Es importante señalar que las jurisdicciones pueden tener requisitos que difieren de lo que se describe debajo, sobre todo con respecto a la fase de cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre. En estos casos, esta guía no reemplazará a dichos requisitos reglamentarios.

## 1. Fase de concepción y planificación del proyecto

- En el caso de instalaciones nuevas, o instalaciones operativas en proceso de ampliación, esta fase estará a cargo de un equipo multidisciplinario de especialistas, como ingenieros, geólogos y científicos ambientales y sociales, que cuenten con experiencia pertinente en la evaluación de tecnologías de administración de relaves, la selección de emplazamientos, el diseño de componentes de instalaciones y la construcción y operación de dichas instalaciones. Es preferible que el EoR participe en esta fase como parte del equipo, el cual dependerá del equipo global de desarrollo de proyectos asignado por el propietario para desarrollar la mina.
- Se deberá asignar a un diseñador de estructuras, que puede ser el EoR.
- Es fundamental tener una visión a largo plazo (que contemple el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre), de modo que las prioridades financieras más cercanas en el tiempo no predominen sobre un diseño más apropiado, cuyos impactos, complejidad y riesgos (incluidos los financieros en caso de un fallo) sean más bajos a largo plazo.
- Durante la fase de concepción y planificación del proyecto, se deberán seleccionar un emplazamiento y tecnologías de administración de relaves (consulte los apéndices 1, 2 y 3), así como desarrollar planes conceptuales de diseño y cierre definitivo para la instalación.

## 2. Fase de diseño

- El equipo de diseño deberá estar conformado por personal profesional competente que conozca las disciplinas requeridas para plantear una instalación de relaves de manera apropiada. El equipo asignado por el propietario para desarrollar la mina es el que, normalmente, gestiona el equipo de diseño.

- El diseño de la instalación deberá contemplar y abordar eventos operativos previstos a fin de idear una instalación que funcione con solidez. Por lo tanto, las personas que cuenten con conocimientos operativos deberán participar en el proceso de diseño.
- Durante esta fase, será necesario desarrollar un diseño detallado de la instalación, una metodología de construcción, controles y procedimientos operativos y un plan de cierre definitivo más minucioso. Se deberán planificar y diseñar los aspectos relativos a la construcción y la operación de la instalación de relaves, según los requisitos reglamentarios, los planes aprobados, las prácticas técnicas y ambientales correspondientes, la gestión del riesgo, los compromisos con las COI y el sistema de administración de relaves del propietario. Normalmente también se incluyen los manuales de operación del TSF, incluyendo *pipings*, sectores de descargas, sectores de captación y recuperación de agua, procedimientos ante emergencias físicas de los DAM y medidas de medición y alarma temprana, pozos de detección de filtraciones, diseño de geomembranas si las hubiere y las revanchas máximas a completar antes de los recrecimientos.
- Si bien muchos aspectos fundamentales del diseño deberán estar resueltos antes de que comience la construcción inicial, otros seguirán vigentes durante el ciclo de vida útil, sobre todo en la fase de operaciones y de construcción en curso. Deben estar presentes en el conocimiento de los responsables de la operación de los TSF. Muchos de los incidentes son evitables si las condiciones de diseño se respetan durante la operación.

### 3. Fase de construcción inicial

- Es frecuente que un equipo de administración de desarrollo y construcción del proyecto de la mina esté a cargo de la construcción de la instalación, hasta el momento de su puesta en marcha. En ese periodo deben ser documentadas y tenidas presentes certificaciones parciales durante la construcción y documentos de modificaciones. También se las debe incluir en el manual de operación con las consideraciones que hayan originado.
- Se deberá implementar un plan de aseguramiento y control de calidad a fin de garantizar que la construcción se esté realizando según las especificaciones de diseño.
- El EoR asegurará que se estén cumpliendo los estándares de diseño.
- Será necesario implementar un plan de gestión de la conformidad y un plan de gestión del cambio.

### 4. Fase de operaciones y construcción en curso

- Las operaciones de la instalación y la construcción en curso durante esta fase suelen estar a cargo de los operadores del emplazamiento, a quienes se designa como responsables al comienzo de la puesta en marcha del desarrollo de la mina.
- Este cambio de personal responsable por la instalación de relaves, desde la fase de construcción inicial hasta la construcción en curso durante las operaciones, puede afectar la continuidad. Por esta razón, será necesario planificar y gestionar el cambio debidamente en el sistema de administración de relaves. Los cambios de personal son habitualmente causados por diferentes especialidades de los contratistas (instalación de geomembranas, movimiento de suelos, perforación de pozos de control de filtraciones, obras civiles y electromecánicas o instalación de adminículos que protejan la flora y fauna circundante, entre otras).

- Una instalación que inicialmente se diseñó y construyó como parte de un proyecto puede verse perjudicada por las decisiones del equipo de operaciones de la instalación durante la puesta en marcha de la instalación o luego de esta.
- Es posible que el equipo de operaciones de la instalación no sea plenamente consciente de la importancia ni de los riesgos posibles de las decisiones tomadas durante la fase de operación. Por lo tanto, será importante que el sistema de administración de relaves planifique e incorpore medidas para mitigar dichos riesgos.
- El EoR deberá colaborar estrechamente con el equipo de operaciones de la instalación para garantizar que se respeten los requisitos de diseño originales y que se haga una evaluación técnica apropiada, en caso de que haya que modificar las especificaciones de diseño o los parámetros / las limitaciones de operación originales.

## 5. Fases de cierre definitivo y posteriores a dicho cierre

- Un equipo específico del proyecto suele estar a cargo de preparar la retirada del servicio y el cierre definitivo. En muchos casos, este equipo gestionará la retirada del servicio y el cierre definitivo de una instalación de relaves.
- En esta fase, será fundamental que el sistema de administración contemple la planificación para el período más corto y limitado de retirada del servicio y cierre definitivo, así como para el período prolongado posterior a dicho cierre. Sobre todo, en lo que respecta al mantenimiento y la vigilancia a largo plazo para garantizar que el relieve de la zona donde se encuentran los relaves permanezca física y químicamente estable.
- El propietario deberá brindar los recursos financieros y físicos necesarios para implementar el plan de cierre definitivo y garantizar el mantenimiento y el control a largo plazo.

## Apéndice 6

# CONSIDERACIONES TÉCNICAS

---

La administración de instalaciones de relaves abarca una amplia gama de disciplinas técnicas que se aplican de manera coordinada y oportuna durante el ciclo de vida útil de cada proyecto. Hay varias fuentes de orientación técnica disponibles para propietarios, operadores, diseñadores, autoridades regulatorias y otras personas. En esta guía se hace referencia a algunas de las fuentes de orientación disponibles, y cada referencia, a su vez, mencionará otros materiales pertinentes. Dado que existen estas fuentes, la presente guía no es exhaustiva en cuanto a la orientación técnica que brinda. Sin embargo, en este apéndice se describen tres aspectos esenciales para cualquier instalación de relaves, que son el fundamento de las consideraciones técnicas de esta guía.

## 1. Plan de transporte y deposición de relaves

El plan de **transporte y deposición** de relaves demuestra la capacidad y la flexibilidad de la instalación para cubrir las demandas del plan de minería a medida que evoluciona durante el ciclo de vida útil, y es crucial para operar satisfactoriamente desde la construcción hasta el cierre definitivo. La BAP exige contar con un plan de transporte y deposición integrado en el manual de OMS y ejecutarlo durante la fase de operaciones y de construcción en curso. Las condiciones de suspensión temporal y cierre definitivo suelen depender de una topografía superficial provisional o definitiva para los relaves (por ejemplo, una cubierta de agua o una superficie “seca” con los patrones de drenaje correspondientes), a fin de facilitar la estrategia de cierre definitivo y el uso del terreno luego de dicho cierre.

El plan de transporte y deposición de relaves, que se suele actualizar anualmente durante la fase de operaciones y construcción en curso del ciclo de vida útil, se confecciona e implementa teniendo como objetivo el diseño para el cierre definitivo eventual y los requisitos de recuperación. Está fundamentado en la tecnología de administración de relaves utilizada y en las condiciones propias del emplazamiento, y debe abordar lo siguiente:

- Si los relaves se administrarán como lechada o si se drenarán hasta cierto punto y se administrarán como relaves espesados, en pasta o filtrados. La humedad y las características físicas previstas de los relaves son esenciales para el plan de transporte y deposición.
- Los tipos de estructuras de contención que se construirán, si las hubiera, el método de construcción, los materiales que se usarán y el procedimiento para erigir esas estructuras de contención durante la fase de operación.
- Los métodos, si los hubiera, para controlar filtraciones provenientes de la instalación de relaves, como el uso de revestimientos, represas de contención de aguas o elementos colectores.
- Si habrá un solo tipo de relave o varios. Por ejemplo, ¿se separarán los relaves “limpios” de los que pueden generar ácido, que se administrarán que otra manera? Si se los separa, ¿cómo se administrarán los diferentes tipos de relave?
- Si se depositarán otros materiales junto con los relaves, como roca estéril o lodo de depuración. Por ejemplo, ¿la roca estéril que puede generar ácido se depositará junto con

los relaves para prevenir o controlar el drenaje de ácidos? ¿Qué cantidad de estos materiales se depositará en la instalación, en comparación con la cantidad de relaves?

- ¿Cómo se transportarán los relaves desde el lugar donde se procesan los minerales hasta la instalación de relaves? Algunas opciones son una tubería para relaves en forma de lechada, espesados o en pasta, o un camión o una cinta transportadora para relaves filtrados. Incluir medidas antiderrames en *pipiing* de pulpa líquida (por ejemplo, pretiles de contención, *pipiing* doble pared, *leaking* control, etc.9.
- Los métodos para prevenir la liberación de relaves al ambiente durante su transporte.
- ¿Cómo se depositarán los relaves y otros materiales en la instalación?
- ¿Qué cantidad de agua se retendrá en la instalación? ¿Qué medidas se establecieron para tratar el exceso de agua causado, por ejemplo, por precipitaciones de gran intensidad, deshielo / mantos de nieve extremos, períodos de humedad prolongados, períodos de retención de agua prolongados, etcétera?

Al desarrollar el plan de transporte y deposición de relaves, se debe tener en cuenta cierta información sobre las características físicas y químicas de los relaves, incluidas las mencionadas en el apartado 3.1 del apéndice 3. Estas características deben validarse y actualizarse periódicamente a lo largo de la vida útil de la mina. Si las características no cumplen las especificaciones o el objetivo de diseño, se deben evaluar los posibles impactos y riesgos de estas desviaciones, y se deben tomar las medidas necesarias para abordarlas.

Según la manera en que se administrarán los recursos hídricos, y si se almacenarán en la instalación de relaves, el plan de transporte y deposición de relaves debe incluir un plan de administración de recursos hídricos y estar de acuerdo con el balance de aguas presente en el EIA.

Los planes de deposición suelen contemplar la ampliación de la instalación durante la vida útil de la mina para alojar cantidades cada vez mayores de sólidos de relaves. Esta ampliación podría realizarse mediante elevaciones graduales de las estructuras de contención para alojar más relaves, o expansiones laterales previstas para crear nuevas celdas en la instalación. Según el contenido hídrico de los relaves y la relación entre su administración y la de los recursos hídricos, dichas ampliaciones también podrían aumentar la capacidad de almacenamiento de agua y prolongar su tiempo de retención en la instalación de relaves.

El plan de transporte y deposición de relaves, finalmente, debe estar vinculado al plan de cierre definitivo, de modo que la instalación esté debidamente configurada para dicho cierre. Se deben revisar anualmente tanto el plan como los cambios en este, que estén sujetos al sistema de gestión del cambio y al sistema de gestión del riesgo del emplazamiento. Y todos los cambios deben ser documentados. A esto debe incluirse el control de las evaporaciones estimadas sufridas durante el transporte y como parte importante del balance de aguas. Esta evaporación —en los TFS y en los sistemas de transporte— interactúan con la masa de agua a administrar.

## 2. Plan de administración de recursos hídricos

Todo plan de administración de recursos hídricos apropiado será exclusivo de cada instalación. Sin embargo, los siguientes elementos son indispensables para cualquier plan de administración de recursos hídricos.

- **Hidrología / hidrogeología:** los datos de hidrogeología y de hidrología de superficie, incluidas la delimitación de zonas de captación del emplazamiento de relaves y todas las

posibles fuentes de agua (natural y de procesos), se usan para establecer un balance de agua y contaminantes y para diseñar los componentes de una instalación de relaves. Se deben establecer y documentar los parámetros de diseño, y luego controlar la situación real para identificar variaciones, validar predicciones y prever posibles problemas.

- **Crecida de diseño:** se deben identificar la crecida de diseño ambiental y la crecida de diseño incidente correspondientes, en relación con los estándares actuales y en conjunto con las agencias regulatorias. Las consideraciones sobre la crecida de diseño se deben aplicar de manera coherente en todas las etapas del ciclo de vida útil, teniendo en cuenta la evolución de la BAP y cualquier cambio en los requisitos reglamentarios. Los requisitos de almacenamiento, el margen libre operativo y el diseño de los aliviaderos están basados en la hidrología de la cuenca.
- **Balance hídrico:** se debe completar un estudio del balance hídrico. Es necesario especificar requisitos para la recopilación continua de datos para la instalación de procesamiento de minerales y para fines de calibración del balance hídrico de las instalaciones de relaves. Es preciso realizar cálculos hídricos para predecir la necesidad de agua dulce y los requisitos de almacenamiento máximo de las fosas, y luego se deben actualizar con una frecuencia coherente con las condiciones propias de cada instalación. También hay que calcular y actualizar el balance hídrico operativo, según corresponda.
- **Plan de administración de aguas superficiales:** se debe confeccionar un plan de administración de recursos hídricos donde se detallen las estrategias y los diseños adecuados, si corresponde, para:
  - interceptores y desviaciones de agua no contaminada,
  - recolección de filtraciones,
  - sistemas de recuperación / retrobombeo,
  - sistemas de tratamiento / descarga (incluidos todos los sistemas de transporte de agua),
  - una estrategia de retención y descarga de agua, incluidos los parámetros operativos.Se debe revisar el plan de administración de aguas superficiales con una frecuencia coherente con las condiciones propias de cada instalación, a fin de considerar posibles cambios en la operación o el diseño de una instalación. Al actualizar el plan de administración de aguas superficiales, se debe tener en cuenta la fase del ciclo de vida útil, otros requisitos y condiciones previstas durante dicho ciclo, así como cambios en el plan de administración de aguas superficiales para la fase de cierre y la fase posterior a dicho cierre, y el cuidado y mantenimiento potenciales.
- **Balance y descarga de contaminantes:** el balance de contaminantes brinda estimaciones de la descarga de contaminantes en aguas subterráneas y superficiales. Es preciso desarrollar, si corresponde, un plan para mantener la descarga de contaminantes dentro de los límites aceptables. Se debe controlar y planificar la conformidad a largo plazo.
- **Criterios sobre efluentes:** hay que establecer criterios sobre la calidad y la cantidad de cualquier efluente que se emita al ambiente, teniendo en cuenta los requisitos reglamentarios y las licencias y los permisos de operación. El objetivo es fijar criterios de desempeño que estén por debajo de los requisitos legales, a fin de brindar una mayor garantía de cumplimiento de dichos requisitos. Los criterios de calidad de los efluentes pueden incluir criterios sobre metales y metaloides, no metales, tiosales, cianuro, amoníaco, otros compuestos del nitrógeno y sólidos disueltos o suspendidos y sobre la toxicidad, así como cualquier otro parámetro sujeto a requisitos legales o pertinentes para el propietario. Los criterios de cantidad de efluentes pueden incluir criterios sobre flujo base y máximo de efluentes y consideraciones sobre estaciones para la emisión de efluentes.

### 3. Plan de cierre definitivo

El desarrollo de planes de cierre definitivo y objetivos de desempeño para este y la fase posterior a dicho cierre debe comenzar en la fase de concepción y planificación del proyecto. Un plan conceptual de cierre definitivo, desarrollado con un bajo nivel de detalle en la fase de concepción y planificación del proyecto, debe ser más detallado y elaborado en la fase de diseño. Luego, el plan conceptual de cierre definitivo se debe profundizar, elaborar, verificar y actualizar periódicamente durante las fases de construcción y operación iniciales del ciclo de vida de la instalación de relaves, así como en la preparación para la retirada del servicio, el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre. Se deben tener en cuenta los objetivos y el plan de cierre definitivo al evaluar las alternativas para seleccionar la ubicación y la BAT de la instalación de relaves, y deben ser factores clave en el diseño de la instalación. Los objetivos y el plan de cierre definitivo también deben alinearse con el manual de OMS, de modo que las actividades realizadas durante la fase de operación sean coherentes con los objetivos y el plan de cierre definitivo, y los respalden.

Un aspecto clave del cierre definitivo que se debe determinar en la etapa más temprana posible del ciclo de vida útil, y en la fase de concepción y planificación del proyecto en el caso de instalaciones nuevas, es la estrategia de cierre definitivo de la instalación de relaves y la tecnología de cierre que se usará. La selección de la estrategia y la tecnología para el cierre definitivo debe estar motivada por los objetivos generales y los objetivos de desempeño para el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre, y el uso planificado del terreno luego de aquel. Los **posibles impactos y riesgos físicos y químicos** de la instalación de relaves son consideraciones clave. Por ejemplo, si se prevé que los relaves son susceptibles a la oxidación o pueden generar ácido, la instalación debe diseñarse para prevenir o controlar la oxidación a fin de evitar el drenaje de ácidos durante el ciclo de vida útil. Esto implica diseñar y operar la instalación e implementar una estrategia de cierre definitivo que prevenga la exposición de los relaves al agua o al oxígeno. Las opciones en estos casos son una cobertura con material seco, una cobertura con material húmedo o un nivel freático elevado.

Se requiere flexibilidad al planificar el cierre definitivo en caso de que la fase de operación sea más larga o más corta de lo previsto originalmente.

Se debe tener en cuenta una gran cantidad de información en el desarrollo, la actualización y, en última instancia, la implementación de planes de cierre definitivo, la cual debe incluir:

- el plan de evaluación de riesgos y el plan de gestión del riesgo;
- el diseño de la instalación, incluidas todas las desviaciones durante la fase de operaciones y de construcción en curso;
- los requisitos reglamentarios, los estándares y las pautas industriales, la política y los objetivos corporativos, así como las expectativas de las COI;
- la infraestructura actual y la que se conservará durante el cierre definitivo y la fase posterior a dicho cierre;
- el plan de transporte y deposición de relaves;
- el plan de administración de recursos hídricos;
- el manual de OMS;
- las características físicas y químicas de los relaves;
- la topografía;
- el clima, incluidas las predicciones de cambio climático a largo plazo;
- la hidrología;

- la hidrogeología de las unidades superficiales y los cimientos;
- las condiciones del suelo y las consideraciones geotécnicas;
- el potencial de revegetación, incluido el acceso a semillas de especies nativas;
- la disponibilidad de materiales para la recuperación.

Los planes de cierre definitivo deben abordar una amplia gama de temas relacionados con la retirada de servicio de la infraestructura vinculada a los relaves, las medidas para garantizar la estabilidad física y química a largo plazo de las instalaciones y los planes de mantenimiento y vigilancia para el período prolongado luego del cierre definitivo. Entre esos temas se incluyen:

- Un plan de recuperación gradual para abordar las actividades de recuperación que se realizarán durante la fase de operaciones y de construcción en curso del ciclo de vida útil.
- Un plan de retirada de servicio para abordar actividades que se realizarán durante la fase de cierre definitivo, que comprende:
  - el retiro de infraestructura (por ejemplo, tuberías para relaves),
  - cambios en la administración de recursos hídricos, incluida la construcción de aliviaderos y manejo de las escorrentías definitivas,
  - cambios en el tratamiento de aguas, y
  - la reparación de instalaciones.
- Un plan de recuperación y revegetación, que comprende:
  - un plan de almacenamiento de material de recubrimiento para usar en la recuperación (en español, acumulación de **manto vegetal**; es obligatorio el almacenamiento del manto vegetal retirado del área de construcción del TFS y su posterior uso en otras áreas a revegetar, sobre todo en los casos en que el ambiente presenta mantos escasos en zonas desérticas frías y secas), y
  - requisitos de revegetación para la instalación de relaves, así como especies que se deben usar y recolección de inóculos y material vegetal.
- Un plan de mantenimiento y vigilancia a largo plazo, que comprende:
  - la designación de responsabilidades,
  - la asignación de recursos (infraestructura, personal, presupuesto) necesarios para implementar el plan, y
  - requisitos documentados de mantenimiento, incluida la frecuencia de las diversas actividades.
- Un plan de vigilancia detallado, que incluya tipos de vigilancia que se implementarán, frecuencia de las actividades, duración de la guardia continua (cantidad de años / décadas) e identificación de tipos de vigilancia que podrían suspenderse y condiciones que se deben reunir para la suspensión.
- Un plan de gestión de la conformidad, que contemple planes de acción en caso de que no se cumplan los objetivos de desempeño, los compromisos del propietario o los requisitos reglamentarios.
- Comunicación (interna y externa).
- Participación de las COI.
- Un plan de planificación y reacción en caso de emergencia para la fase de cierre y la fase posterior a dicho cierre.
- Un plan para garantizar el control continuo de la información documentada. Una buena práctica es tener un sistema digital de recolección y almacenamiento de información técnica y gráfica, donde se pueda verificar la evolución en todas las etapas del plan.

Los planes de cierre definitivo exigen una reevaluación exhaustiva de la estabilidad de las instalaciones y las represas con las condiciones que presenta en el momento del cierre definitivo y durante la fase posterior a dicho cierre. Es preciso revisar todos los aspectos relativos a la estabilidad de instalaciones y represas, así como comprobar el funcionamiento real de las represas operativas, deformaciones, filtraciones, bases y paredes laterales, y se debe comparar con las predicciones de diseño y las condiciones previstas luego del cierre definitivo. Las cargas previstas pueden ser diferentes después de la retirada del servicio y el cierre definitivo.

Un objetivo de cierre definitivo generalmente incluye medidas para reducir el perfil de riesgo de una instalación de relaves y la selección de represas que deberán funcionar indefinidamente.