

Desarrollo de un manual de  
**operación,  
mantenimiento  
y monitoreo**

para el manejo de depósitos  
de relaves y aguas asociadas

---

**SEGUNDA EDICION**



The Mining Association of Canada



Desarrollo de un manual de  
**operación,  
mantenimiento  
y monitoreo**  
para el manejo de depósitos  
de relaves y aguas asociadas

---

**SEGUNDA EDICION**

© 2019 The Mining Association of Canada. Las marcas registradas, entre las que se encuentran (sin carácter restrictivo) *Hacia una minería sostenible*<sup>®</sup>, *(HMS)*<sup>®</sup> y los diseños de arcos y cuadriláteros con forma de diamante, son marcas registradas o marcas comerciales de The Mining Association of Canada (Asociación de Minería de Canadá) en Canadá o en otros países.

Fecha de la versión: febrero de 2019

## AVISO A LOS LECTORES:

La versión electrónica de este documento tiene características mejoradas para facilitar su usabilidad, incluyendo:

- Hipervínculos a sitios web externos y documentos;
- Hipervínculos a otras secciones del documento, y
- Cuadros emergentes con definiciones de términos claves que aparecen cuando el cursor pasa sobre ellos.

Tenga en cuenta que los cuadros emergentes no funcionan en las aplicaciones Adobe Reader actuales (2017) para iPad y iPhone. Además, si se realiza una vista previa del documento como archivo adjunto a un correo electrónico usando la aplicación Apple Mail, se podrán ver ventanas emergentes todo el tiempo, lo que bloqueará porciones del texto. Si utiliza un dispositivo móvil Apple, le recomendamos abrir el documento en la aplicación Adobe Reader o usar la versión preparada para Apple, disponible en <https://mining.ca/manejo-de-relaves/>



## Presentación

En nombre de la Asociación Minera de Canadá (AMC), tengo el agrado de presentar la segunda edición de *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y monitoreo para el manejo de depósitos de relaves y aguas asociadas* (la Guía OMS, por sus siglas en inglés).

La primera edición de la Guía OMS se publicó en 2003 como documento complementario de la *Guía para el manejo de depósitos de relaves* (la Guía de relaves) de la AMC (1998). La Guía OMS ofrece orientación sobre el desarrollo de manuales de operación, mantenimiento y monitoreo (OMS, por sus siglas en inglés) específicos para el sitio, los que son fundamentales para la implementación del marco para el manejo de relaves descrito en la Guía de relaves.

La Guía de relaves y la Guía OMS están diseñadas como documentos independientes, de mejores prácticas y que pueden ser aplicados por los miembros de la AMC y por compañías no afiliadas a AMC para el manejo responsable de depósitos de relaves en todo el mundo.

En 2015, la AMC emprendió una revisión de la Guía de relaves, la Guía OMS y del *Protocolo de manejo de relaves de la iniciativa Hacia una minería sostenible*<sup>®</sup>. La versión revisada del Protocolo y la tercera edición de la Guía de relaves se publicaron en 2017. Esta segunda edición de la Guía OMS se basa en las mejores prácticas descritas en la tercera edición de la Guía de relaves y ofrece una orientación más sólida sobre el desarrollo de manuales OMS específicos para el sitio que, al ser implementados durante el ciclo de vida de un depósito de relaves:

- Proporcionan un mecanismo para la implementación eficaz de un sistema de manejo de relaves
- Proporcionan un mecanismo para satisfacer los objetivos de desempeño del manejo de relaves y la gestión del riesgo
- Respaldan la toma de decisiones eficaz para un manejo de relaves responsable
- Respaldan la gestión de cambios asociada al manejo de relaves

Las revisiones de la Guía de relaves y de la Guía OMS fueron realizadas por el Grupo de trabajo de relaves (TWG, por sus siglas en inglés) de la AMC, que consiste en más de 50 representantes de los miembros de la AMC y de miembros asociados. En conjunto, el TWG tiene una amplia y profunda experiencia en el manejo de relaves, tanto en Canadá como en el resto del mundo. Queremos expresar nuestro máximo agradecimiento a los miembros del TWG por su dedicación y compromiso con el manejo de relaves responsable y por aportar su conocimiento y su tiempo, sin los cuales la actualización de la Guía de relaves y la Guía OMS no habría sido posible.

Actualizar la Guía de relaves y la Guía OMS es un paso importante en pos de la mejora continua, ya que aporta mejores prácticas al servicio de la optimización del desempeño de los depósitos de relaves y de la gestión del riesgo. Confío en que los miembros de la AMC y el público en general hallarán en ambos documentos herramientas invaluable para mejorar el manejo de relaves. Nuestro sector trabaja continuamente con el objetivo de minimizar daños: eliminar fallas catastróficas de los depósitos de relaves y todo efecto adverso significativo que estas puedan tener sobre el medioambiente y la salud de las personas, en Canadá y en el extranjero.

Tenemos una deuda de gratitud con los miembros del Grupo de trabajo independiente y el Grupo de trabajo de relaves de la AMC quienes, en conjunto, han aportado increíbles habilidades, dedicación y entusiasmo a su importante trabajo. Confío en que los miembros de la AMC y las demás personas consideren que estas mejoras son una contribución útil para el fortalecimiento del manejo de relaves en Canadá y en el exterior.



**Pierre Gratton**

Presidente y CEO

Asociación Minera de Canadá

## Prefacio

### Contexto

La primera edición de la *Guía para el manejo de depósitos de relaves de la AMC*, publicada en 1998, se desarrolló para lo siguiente:

- Brindar un marco para el manejo de los **depósitos de relaves**.
- Ayudar a los **Propietarios** de depósitos de relaves a desarrollar sistemas de manejo de **relaves** que incluyeran criterios ambientales y de seguridad.
- Mejorar la uniformidad en la aplicación de principios de gestión e ingeniería, razonables y prudentes, a los depósitos de relaves.

En el año 2003, la AMC presentó *Desarrollo de un manual de operación, mantenimiento y monitoreo para el manejo de depósitos de relaves y aguas asociadas* (la Guía OMS) como documento complementario de la Guía de relaves. La Guía OMS brinda orientación en la preparación de manuales específicos para el sitio en pos de la **operación, mantenimiento y monitoreo** (OMS) responsable de los relaves y las plantas de tratamiento de aguas.

En 2004, AMC estableció la iniciativa *Hacia una minería sostenible*<sup>®</sup> (*HMS*<sup>®</sup>). *HMS* es un sistema de rendimiento que ayuda a las compañías mineras a evaluar y administrar sus responsabilidades ambientales y sociales. Ofrece un conjunto de herramientas e indicadores para impulsar el desempeño y garantizar que los **riesgos** mineros se gestionen de manera eficaz. Información adicional sobre *HMS* se puede encontrar en <https://mining.ca/towards-sustainable-mining/hacia-una-mineria-sostenible>.

El manejo de relaves es un componente fundamental de *HMS*. Los indicadores de desempeño para el manejo de relaves se describen en el *Protocolo de manejo de relaves* de la iniciativa *HMS*. El Protocolo hace referencia a la Guía de relaves y la Guía OMS, que a su vez le sirven de respaldo. El componente de manejo de relaves de *HMS* proporciona un mensaje sólido y coherente a los Propietarios, operadores y contratistas de depósitos de relaves: la clave para el manejo ambiental seguro y responsable de los relaves es la aplicación uniforme del conocimiento de ingeniería dentro de un sistema de manejo eficaz a lo largo del **ciclo de vida** de una instalación.

En 2011, se publicó la segunda edición de la Guía de relaves, alineada con la Guía de relaves original, que incluía La Guía OMS y los principios y la terminología de *HMS*. La Guía OMS volvió a publicarse en 2011, aunque este documento no fue revisado.

### Revisión del componente de manejo de relaves de *HMS*

En agosto de 2014, hubo una falla en los cimientos de la presa de relaves en la mina Mount Polley, en Columbia Británica, Canadá. Poco después de este incidente, la Junta Directiva de AMC inició una revisión del componente de manejo de relaves de *HMS* para identificar cualquier mejora que pudiera aplicarse para evitar la repetición de un evento de este tipo. Esta revisión, iniciada oficialmente en marzo de 2015, constaba de dos partes:

- Una revisión externa realizada por un Equipo de tareas de revisión de relaves independiente establecido por la Junta Directiva de AMC.
- Una revisión interna realizada por el Grupo de trabajo de relaves de la AMC.

En noviembre de 2015, se presentó ante la Junta Directiva de AMC el *Informe del Equipo de tareas de revisión de relaves de la iniciativa Hacia una minería sostenible*, que incluyó 29 recomendaciones de mejoras al Protocolo, la Guía de relaves y la Guía OMS.

Una vez finalizadas ambas revisiones, el Grupo de trabajo de relaves comenzó a revisar la Guía de relaves, lo que dio lugar a la tercera edición de la Guía. También se revisó el Protocolo y ambos documentos fueron publicados en 2017.

La tercera edición de la Guía de relaves hace gran hincapié sobre los sistemas de gestión y pone mayor énfasis sobre los aspectos técnicos, en especial aquellos que son críticos para la estabilidad fisicoquímica de los depósitos de relaves. La tercera edición también actualiza el marco para el manejo de relaves presentado en la Guía de relaves como un instrumento de ayuda en la implementación de sistemas de manejo de relaves específicos para cada sitio. Las descripciones de los elementos del marco se han ampliado y aclarado, y el marco está más alineado con la norma *ISO 14001: Sistema de gestión ambiental*. La tercera edición también refuerza conceptos descritos en ediciones anteriores, e introduce otros.

## Segunda edición de la Guía OMS

Esta segunda edición de la Guía OMS refleja las experiencias del desarrollo y la implementación de los manuales OMS desde la publicación de su primera edición e incorpora lecciones sobre cómo hacer del manual OMS un documento útil y eficaz. La consideración más importante es que un manual OMS debe desarrollarse para un sitio específico, reflejar las condiciones y circunstancias exclusivas del depósito de relaves al que se aplica, usarse continuamente y estar actualizado. Un manual OMS eficaz no puede escribirse a partir de un enfoque genérico ni puede ser eficaz si está desactualizado o si no se lo utiliza diariamente.

La segunda edición de la Guía OMS pone énfasis en que, para ser eficaz, los manuales OMS deben:

- Estar escritos con aportes de quienes los usarán e incorporar su conocimiento especializado del sitio para que el manual sea más útil y para ayudar a evitar que se pierda ese conocimiento especializado durante el proceso de los cambios de personal.
- Estar escritos de manera clara y comprensible.
- Estar escritos, organizados y puestos a disposición de manera que ofrezcan acceso inmediato (como, por ejemplo, mediante el uso de módulos) y que aprovechen las funcionalidades de los documentos electrónicos para facilitar el acceso desde dispositivos móviles y permitir que los usuarios los vinculen fácilmente a otros documentos relevantes.

Esta edición de la Guía OMS está estrechamente alineada con la tercera edición de la Guía de relaves y se basa en temas descritos en esta, lo cual crea un marco conceptual más sólido para la integración de los manuales OMS con los sistemas de manejo de relaves.

**Enfoque basado en el riesgo:** La Guía de relaves enfatiza la importancia de manejar los depósitos de relaves de forma proporcional a los riesgos que pueden suponer a lo largo de su ciclo de vida. La Guía OMS vincula las actividades de OMS con el perfil de riesgo de un depósito de relaves específico e incluye un plan de gestión de riesgos como una consideración clave en el desarrollo y la implementación de un manual OMS.

**Controles críticos:** La Guía de relaves describe un marco para la implementación de controles críticos, los cuales son controles del riesgo fundamentales para prevenir un evento de consecuencias importantes o mitigarlas. La Guía OMS hace hincapié en que los controles críticos y los indicadores del desempeño asociados deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar e implementar un manual OMS y que, además, ofrecen fundamentos para una toma de decisiones basada en los datos provenientes del monitoreo.

**Gestión del cambio:** La Guía de relaves enfatiza la importancia fundamental de implementar sistemas que gestionen el cambio, incluidos cambios a nivel organizacional o de personal, además de los cambios que podrían tener impacto sobre el perfil de riesgo de un depósito de relaves. La Guía OMS subraya que un manual OMS eficaz que se implementa en la manera prevista puede ser una valiosa herramienta para ayudar a gestionar el cambio.

**Enfoque del ciclo de vida:** La Guía de relaves hace hincapié en la importancia de un enfoque en el ciclo de vida hacia el manejo de relaves, con planificación conceptual para el manejo de relaves desde las instancias iniciales del ciclo de planificación de una mina propuesta e impulsada por los riesgos que deben manejarse y por los objetivos de cierre. La Guía OMS pone énfasis en que los planes conceptuales para las actividades de OMS también deben desarrollarse durante la etapa de planificación conceptual y que los manuales OMS deben actualizarse regularmente durante el ciclo de vida de un depósito. Un manual OMS desactualizado genera riesgos.

La Guía de relaves está escrita como un documento autónomo que puede aportar valor incluso en sitios que no implementen un sistema de manejo de relaves como el que se describe en la Guía de relaves. El desarrollo y la implementación de un manual OMS específico para el sitio en ausencia de un sistema de manejo de relaves puede ser un paso importante para mejorar el manejo de relaves y reducir el riesgo.

El desarrollo y la implementación de un sistema de manejo de relaves específico para el sitio es una buena práctica de manejo de relaves. Sin embargo, el desarrollo y la implementación de un manual OMS son esenciales para la implementación de un sistema de manejo de relaves. Por lo tanto, se recomienda implementar un sistema de manejo de relaves junto con actividades de OMS de manera alineada y coordinada como el medio más eficaz para gestionar el riesgo, mejorar el desempeño e impulsar la mejora continua en el manejo de relaves. La Asociación Minera de Canadá (AMC) recomienda encarecidamente la implementación conjunta de la Guía de relaves y la Guía OMS para optimizar el desempeño y gestionar el riesgo.

La tercera edición de la Guía de relaves fue actualizada para garantizar su concordancia con la segunda edición de la Guía OMS y para fortalecer la orientación en relación con la preparación para emergencias. La versión 3.1 de la Guía de relaves se publicó al mismo tiempo que la segunda edición de la Guía OMS. También se publicó una versión actualizada del Protocolo que refleja un cambio en las pautas de preparación para emergencias de la Guía OMS a la Guía de relaves.

La implementación de los postulados de *Hacia una minería sostenible (HMS)* es obligatoria para los miembros de la AMC en sus operaciones en Canadá. De este modo, para los miembros de la AMC que apliquen la iniciativa HMS es obligatoria la implementación de la Guía de relaves y de la Guía OMS junto con el *Protocolo de manejo de relaves de HSM* para brindar un nivel aún mayor de garantía respecto de un manejo de relaves eficaz y responsable.

Quienes no sean miembros de la AMC tienen acceso total a los documentos de *HMS*, incluidos los que están relacionados con el manejo de relaves. Se alienta a todo Propietario de un depósito de relaves, en cualquier fase del ciclo de vida, a usar estos documentos de orientación en respaldo de sus actividades de manejo de relaves.

## Tabla de contenidos

<b>Presentación .....</b>	<b>i</b>
<b>Prefacio .....</b>	<b>ii</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 La Guía de relaves .....	1
1.2 La Guía OMS.....	2
<b>2 Gestión del ciclo de vida de un manual OMS.....</b>	<b>5</b>
2.1 ¿Qué es un manual OMS? .....	5
2.1.1 Objetivo de un manual OMS.....	5
2.1.2 Elementos de un manual OMS eficaz.....	5
2.1.3 Enfoque del ciclo de vida.....	7
2.2 Principios fundamentales .....	8
2.2.1 Vínculos con los sistemas de manejo de relaves .....	8
2.2.2 Gestión del riesgo y controles críticos.....	9
2.2.3 Gestión del cambio .....	11
2.3 Información para la toma de decisiones .....	12
2.4 Desarrollo de un manual OMS .....	14
2.4.1 Equipo de desarrollo liderado por el Propietario .....	14
2.4.2 Uso y acceso de los manuales OMS.....	15
2.4.3 Vínculos con otros sistemas.....	17
2.5 Implementación de un manual OMS.....	17
2.6 Revisiones y actualizaciones a un manual OMS.....	18
2.7 Control de la información documentada.....	20
<b>3 Contenidos de un manual OMS eficaz.....</b>	<b>22</b>
3.1 Gobernanza de OMS .....	22
3.1.1 Roles, responsabilidades y autoridad.....	22
3.1.2 Comunicaciones.....	25
3.1.3 Seguimiento de las actividades de OMS.....	25
3.1.4 Gestión de la calidad .....	25
3.1.5 Informes.....	26
3.1.6 Capacitación y competencia profesional .....	26
3.1.7 Planificación de la sucesión.....	27
3.1.8 Recursos y planificación .....	27
3.1.9 Seguridad y salud ocupacional.....	27
3.2 Descripción de un depósito de relaves.....	27

<b>3.3</b>	<b>Operación</b> .....	<b>28</b>
3.3.1	Objetivos de desempeño .....	28
3.3.2	Procedimientos operativos.....	30
3.3.2.1	Transporte y descargue de relaves.....	30
3.3.2.2	Construcción en curso de un depósito de relaves .....	31
3.3.2.3	Manejo de aguas.....	32
3.3.3	Acceso al sitio.....	32
<b>3.4</b>	<b>Mantenimiento</b> .....	<b>32</b>
3.4.1	Descripción de las actividades de mantenimiento.....	35
3.4.2	Documentación asociada con el mantenimiento .....	36
<b>3.5</b>	<b>Monitoreo</b> .....	<b>37</b>
3.5.1	Consideraciones de diseño para un programa de monitoreo .....	37
3.5.2	Actividades de monitoreo .....	38
3.5.2.1	Observaciones e inspecciones en el sitio .....	38
3.5.2.2	Monitoreo de instrumentos .....	41
3.5.3	Análisis de los resultados del monitoreo, comunicaciones y toma de decisiones .....	42
<b>4</b>	<b>Vínculos con el plan de respuesta a emergencias</b> .....	<b>45</b>
<b>Glosario</b>	.....	<b>47</b>
<b>Apéndice 1: Ciclo de vida de un manual OMS.....</b>		<b>53</b>
<b>Apéndice 2: Ejemplos de controles críticos para actividades de OMS.....</b>		<b>56</b>
<b>Apéndice 3: Planes de respuesta a acciones o comportamientos críticos .....</b>		<b>58</b>
<b>Apéndice 4: Descripción general del método observacional .....</b>		<b>62</b>
<b>Apéndice 5: Fuentes de información del manual OMS .....</b>		<b>64</b>
<b>Apéndice 6: Enfoque de matriz RACI para describir los roles y las relaciones .....</b>		<b>66</b>
<b>Apéndice 7: Factores de las comunicaciones eficaces.....</b>		<b>69</b>
<b>Apéndice 8: Factores que podrían afectar el manejo de relaves.....</b>		<b>71</b>

## 1 Introducción

Las instalaciones de manejo de **relaves** y aguas asociadas (en lo sucesivo se las denominará colectivamente “**depósitos de relaves**” de acuerdo con la definición que se brinda a continuación) son un componente fundamental de las operaciones mineras y de procesamiento de minerales. Se las debe gestionar durante todo su **ciclo de vida** para garantizar un manejo seguro y responsable desde el punto de vista ambiental. Un manejo responsable incluye la prevención de impactos adversos a la salud y la seguridad de las personas, el medioambiente y la infraestructura.

La **operación**, el **mantenimiento** y el **monitoreo** (OMS) son fundamentales para la gestión diaria de los depósitos de relaves. Para contribuir de manera eficiente a un manejo de relaves responsable, las actividades de OMS deben:

- Planificarse de modo que tengan en cuenta los objetivos de desempeño y el plan de gestión de **riesgos** del depósito de relaves.
- Diseñarse para respaldar al sistema de manejo de relaves específico de un sitio e integrarse a este.
- Documentarse claramente en un manual OMS específico para el sitio.
- Implementarse de manera uniforme según lo descrito en el manual OMS.
- Vincularse con un marco de toma de decisiones para el manejo de relaves.
- Revisarse y actualizarse con regularidad, según corresponda.

Un manual OMS eficaz:

- Brinda un marco para las actividades de OMS en relación con el manejo de relaves.
- Documenta y comunica las prácticas de OMS a los **Propietarios**, sus empleados, contratistas y consultores involucrados en el manejo de relaves.
- Proporciona una base para medir el desempeño del depósito y para una toma de decisiones eficaz en relación con el manejo de relaves.
- Documenta los roles, las responsabilidades y los niveles de autoridad del personal que realiza actividades clave relacionadas con el manejo de relaves.

### 1.1 La Guía de relaves

La *Guía para el manejo de depósitos de relaves* (la Guía de relaves) de la Asociación Minera de Canadá (AMC) describe un marco para el manejo de relaves que brinda a los Propietarios el fundamento para la implementación de un sistema de manejo de relaves específico para el sitio. Los elementos que componen este marco (ilustrados en la Figura 1) son:

- Política y compromiso
- Planificación
- Implementación del marco para el manejo de relaves
- Evaluación del desempeño
- Revisión de la gestión para una mejora continua

## 1.2 La Guía OMS

Esta Guía OMS recomienda una lógica, una organización y contenidos para desarrollar un manual OMS eficaz y específico para el sitio. Se alienta a los Propietarios de depósitos de relaves a usar esta Guía OMS para preparar sus manuales OMS específicos para el sitio.

La Guía OMS pone énfasis en que las actividades de OMS deben planificarse, diseñarse e implementarse de manera integrada, coherente con la intención de diseño, los objetivos de desempeño, el plan de gestión de riesgos, los **controles críticos**, las condiciones actuales y los objetivos de cierre del depósito de relaves. Los resultados de las actividades de OMS se usan para respaldar la toma de decisiones en pos de un manejo de relaves responsable en todas las fases del ciclo de vida del depósito.

El objetivo de la Guía OMS, junto con la Guía de relaves, es trabajar continuamente hacia la optimización del desempeño de un depósito de relaves y de la gestión del riesgo. Este enfoque también minimizará el daño potencial atribuible al manejo de relaves.

**Minimizar el daño** abarca tanto el rendimiento físico y químico de los depósitos de relaves, como también los riesgos asociados con estos depósitos, y consiste en:

- No tener desastres catastróficos de depósitos de relaves.
- La inexistencia de efectos adversos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas.

Esta Guía de relaves no reemplaza la experiencia profesional ni los requisitos legales. Los Propietarios de depósitos de relaves deben obtener asesoramiento profesional calificado, incluso en materia legal, para asegurarse de que las condiciones específicas de sus depósitos de relaves se aborden y comprendan apropiadamente.

La Guía de Relaves y la Guía OMS no son exclusivas para las condiciones imperantes en Canadá y pueden aplicarse con efectividad al manejo de relaves en cualquier lugar del mundo. Además, aun cuando han sido redactadas para el manejo de depósitos de relaves y aguas asociadas, muchos aspectos de la Guía de Relaves y de la Guía OMS pueden aplicarse por igual al manejo responsable de otros tipos de instalaciones, como áreas de desecho de roca estéril y plantas de pilas de lixiviación.

**Depósito de relaves:** conjunto de equipos, componentes y estructuras diseñadas en base a ingeniería para el manejo de sólidos de relaves y las aguas asociadas a estos depósitos —lo que incluye el agua intersticial, lagunas artificiales, aguas superficiales y escorrentía— además de otros residuos mineros tratados junto con los relaves (p. ej., roca estéril, residuos del tratamiento de aguas). Esto puede incluir estructuras, componentes y equipos para:

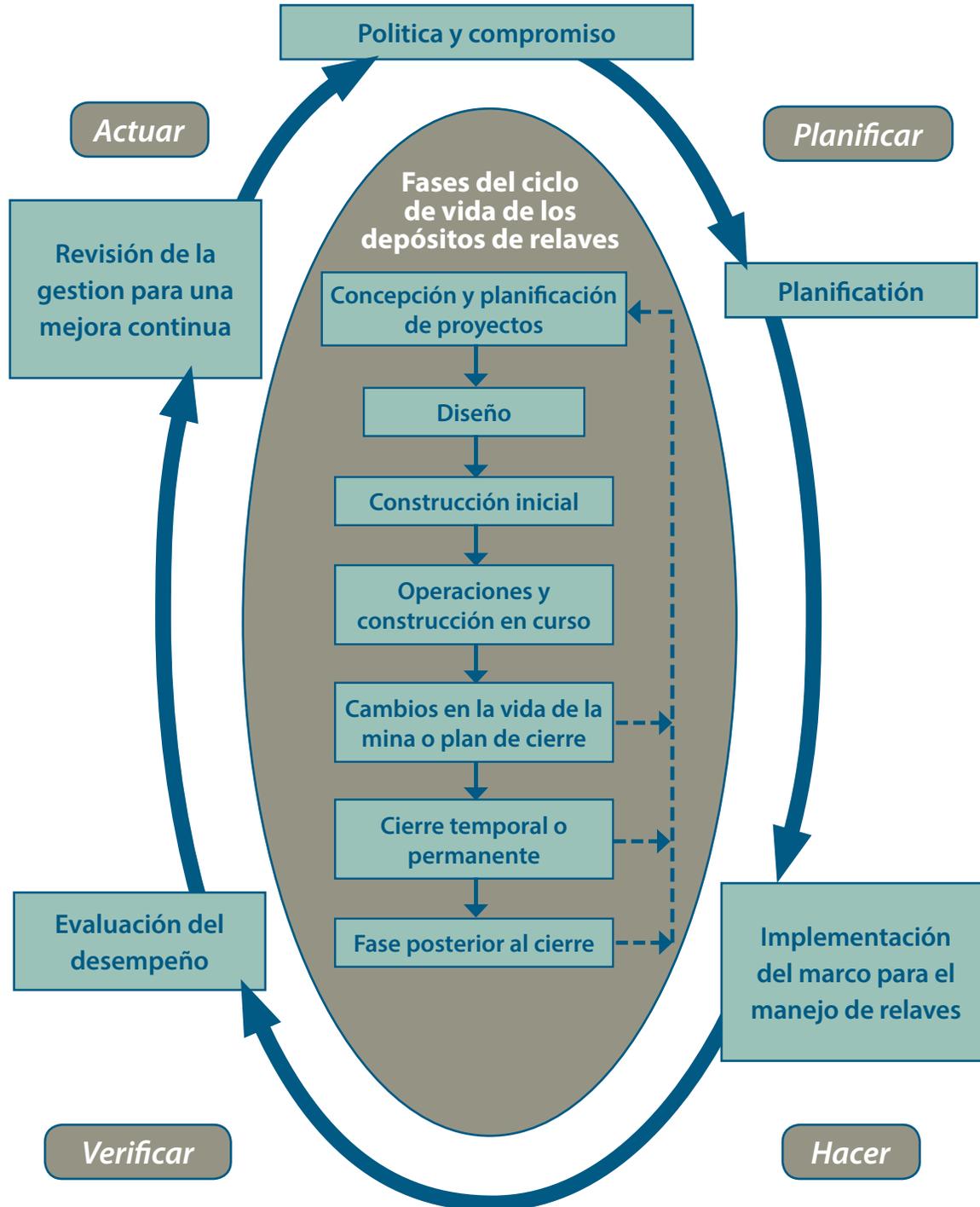
- La clasificación de los relaves mediante la gestión del contenido de agua en los sólidos (p. ej., ciclones, espesadores, filtros prensa).
- El transporte de los relaves al depósito (p. ej., tuberías, canales, cintas transportadoras, camiones).
- La contención de los relaves y aguas asociadas a estos (p. ej., presas, diques, pilas, sistemas de revestimiento, sistemas de cubierta).
- La gestión de filtraciones (p. ej., sistemas de drenajes subterráneos, estanques de recolección, pozos de bombeo).
- Sistemas de recuperación de agua (p. ej., los que bombean hacia la planta de procesamiento de minerales).
- La gestión de liberaciones de aguas superficiales acumuladas en el depósito de relaves (p. ej., derivaciones, estructuras de decantación, aliviaderos, salidas, canales, tratamiento de aguas).
- Estructuras, componentes y equipos para el monitoreo y el mantenimiento de depósitos de relaves.
- Controles mecánicos y eléctricos, y suministro de energía asociado con lo anterior.

**Operación:** incluye actividades relacionadas con el transporte, el descargue y el almacenamiento permanente de relaves y, cuando corresponda, agua de proceso, efluentes y residuos, y el reciclado del agua de proceso. El término “operación” se aplica en todas las fases del ciclo de vida de un depósito de relaves y no se limita a la fase de operaciones y construcción en curso del ciclo de vida, cuando los relaves se descargan activamente en el depósito. Como resultado, la operación también incluye actividades de recuperación y otras actividades relacionadas.

**Mantenimiento:** incluye actividades preventivas, predictivas y correctivas que se llevan a cabo para facilitar la operación correcta y continua de toda la infraestructura (p. ej., civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación, etc.) o para ajustar la infraestructura de modo que garantice que la operación sea de conformidad con los objetivos de desempeño.

**Monitoreo:** incluye la inspección y el monitoreo (es decir, la recopilación de observaciones y datos cualitativos y cuantitativos) de las actividades y la infraestructura en relación con el manejo de relaves. El monitoreo también incluye la documentación, el análisis y la comunicación oportuna de los resultados del monitoreo para aportar información a la toma de decisiones y verificar si se cumple con los objetivos de desempeño y de gestión de riesgos, incluidos los controles críticos.

Figura 1: Elementos del marco para el manejo de relaves



## 2 Gestión del ciclo de vida de un manual OMS

### 2.1 ¿Qué es un manual OMS?

#### 2.1.1 Objetivo de un manual OMS

La intención de un manual OMS es facilitar las mejoras en la gestión de **riesgos** y en el desempeño de un **depósito de relaves** y de ese modo satisfacer la intención del diseño y cumplir con los requisitos legales, la política corporativa y los compromisos con las **comunidades de interés** (COI, por sus siglas en inglés). Para lograrlo, un manual OMS define y describe lo siguiente:

- Los roles, las responsabilidades y los niveles de autoridad del personal que realiza actividades cruciales relacionadas con el manejo de **relaves**.
- Los componentes de las instalaciones comprendidos en el alcance del manual OMS.
- Los planes, procesos y procedimientos para lo siguiente:
  - La **operación**, el **mantenimiento** y el **monitoreo** del depósito de relaves para garantizar que funcione de acuerdo con su diseño, que cumpla con los objetivos de desempeño y las obligaciones reglamentarias y de la política corporativa, respalde el plan de gestión de riesgos y se vincule con el plan de respuesta a **emergencias**.
  - La evaluación del desempeño del depósito y el informe de los resultados de desempeño.
  - La gestión de cambios.

#### 2.1.2 Elementos de un manual OMS eficaz

Un manual OMS es desarrollado por y para quienes son responsables del manejo de relaves. Es un documento práctico utilizado por el personal involucrado en el manejo de relaves. Los manuales OMS están escritos de forma clara y accesible, de modo que se conviertan en herramientas eficaces que el personal utilice diariamente. Un manual OMS debe ser conciso y práctico, e incluir información en relación con el acceso a otro tipo de información más detallada. También se debe revisar y actualizar regularmente para garantizar que nunca se encuentre desactualizado.

El **personal** incluye a los empleados, contratistas y consultores (p. ej., diseñador, ingeniero de registro) y a quienes tienen responsabilidad directa por el manejo de relaves, así como también a quienes tienen responsabilidad indirecta pero cuyos roles en cierta manera se relacionan con el manejo de relaves (p. ej., operadores de equipos pesados que trabajan en depósitos de relaves o en sus cercanías).

Un manual OMS no está dirigido a las autoridades regulatorias o al público, aunque un Propietario puede compartir algunas de sus partes. Sus componentes específicos pueden abordar requisitos legales, pero estos no deben impulsar el desarrollo, el contenido o la implementación del manual.

Es esencial que un manual OMS esté alineado con el perfil de riesgo del depósito de relaves al que se aplica (se hablará más sobre esto en la [Sección 2.2.2](#)). Igualmente, para su eficacia, es central que el manual OMS vincule el plan de gestión de riesgos del depósito con las actividades de OMS. Esto incluye especificar las medidas que se deben tomar si no se cumple con los criterios de desempeño o los controles críticos, incluida la implementación potencial del plan de respuesta a emergencias del sitio (consulte la Sección 5.2 de la Guía de relaves).

Existe una variedad de otros factores que también deben tenerse en cuenta al desarrollar un manual OMS, entre ellos, la intención del diseño de las instalaciones, los requisitos legales, la política corporativa y los compromisos con las COI.

Los manuales OMS requieren revisiones y actualizaciones con regularidad. Esto es coherente con la naturaleza de constante evolución del perfil de riesgo de los depósitos de relaves durante todo su ciclo de vida. En la [Sección 2.6](#) se ofrecen pautas adicionales para la revisión y actualización de los manuales OMS.

Un manual OMS describe claramente los límites de su alcance de aplicación. El alcance debe incluir todos los controles operativos que pueden afectar el desempeño y la gestión de riesgos del depósito de relaves (p. ej., el transporte de relaves, su descargue en el depósito, la contención física de los relaves, el tratamiento y recuperación de aguas, la erosión y el control de polvos). El alcance se define para un sitio específico, tomando en cuenta las características y la etapa del ciclo de vida del depósito de relaves, y se vincula con otros planes y procedimientos pertinentes (consulte la [Sección 2.4.3](#)). El alcance puede definirse geográficamente (p. ej., todas las actividades dentro de una zona geográfica específica están definidas dentro del alcance del manual OMS). El alcance también puede definirse de manera organizacional (p. ej., el mantenimiento de los caminos puede no ser parte del alcance del manual OMS, incluso en el caso de los caminos necesarios para acceder al depósito de relaves).

El manual OMS de un depósito de relaves es uno de varios documentos que describen los planes y procedimientos para diversas actividades en una mina. Como se describe en mayor profundidad en la [Sección 2.4.3](#), los vínculos entre el manual OMS y estos otros planes y procedimientos deben describirse claramente.

En resumen, un manual OMS eficaz:

- Es específico para el sitio, no es un producto genérico, y:
  - Está alineado con la intención de diseño y la fase del ciclo de vida del depósito;
  - aborda las condiciones y circunstancias específicas del sitio.
  - Refleja el perfil de riesgo del depósito, se basa en el plan de gestión de riesgos e incluye controles críticos.
  - Contiene toda la información necesaria para llevar a cabo las actividades de OMS o se vincula con tal información.
  - Integra el conocimiento y la experiencia del personal que ha trabajado en el sitio.
- Define los roles, las **responsabilidades** y los niveles de **autoridad** del personal involucrado en el manejo de relaves.
- Está integrado con los planes y procedimientos generales del sitio.
- Proporciona una base para tomar decisiones informadas sobre el manejo de relaves.

- Está escrito:
  - Por empleados que tienen conocimiento específico y detallado del depósito de relaves, con aportes de consultores y otros actores externos, según corresponda.
  - Para el personal directamente involucrado con el manejo de relaves y no para otro tipo de público como autoridades regulatorias, gerencia superior o COI.
  - De manera clara, concisa y fácilmente comprensible.
- Ofrece fácil acceso a los usuarios, lo que incluye su versión en formato electrónico.
- Es preciso y está actualizado.
- Es un documento controlado, con mecanismos que garantizan que todo el personal esté trabajando con la versión más actualizada.
- Recibe mejoras con el paso del tiempo, las que reflejan los comentarios provenientes de evaluaciones del desempeño, los planes de acción para abordar las deficiencias o para la **mejora continua**, y las lecciones aprendidas por el personal involucrado en el manejo de relaves.
- SE LO UTILIZA.

Debe notarse que esta Guía OMS no intenta ser prescriptiva. Sin embargo, en muchos párrafos se utiliza el término “debe” para enfatizar elementos que los autores creen que un manual OMS debe incluir o abordar a fin de ser eficaz.

### 2.1.3 Enfoque del ciclo de vida

Como se describe en la Sección 2.3 de la Guía de relaves, los Propietarios se enfrentan al reto del manejo responsable de los depósitos de relaves en todas las fases de su ciclo de vida. A menudo, la evolución del ciclo de vida de un depósito de relaves no es lineal. Por ejemplo, pueden ocurrir cambios tales como la ampliación del área del depósito de relaves, suspensiones (y los subsiguientes reinicios) de las tareas de cuidado y mantenimiento o cambios en los procesos o las tecnologías. La naturaleza dinámica del ciclo de vida de los depósitos de relaves implica que es esencial un enfoque de manejo sistemático basado en el riesgo, con actividades de OMS planificadas e implementadas para abordar las necesidades particulares de gestión de riesgos de cada fase del ciclo de vida.

Un manual OMS debe estar listo para su implementación al comienzo de la fase de **operaciones y construcción en curso**. Un manual OMS también puede implementarse durante la fase de **construcción inicial**. Un manual OMS eficaz es también una herramienta invaluable para cualquier interrupción, planificada o no, que puedan sufrir las operaciones. El ciclo de vida de un manual OMS se analiza con mayor profundidad en el *Apéndice 1*.

## 2.2 Principios fundamentales

### 2.2.1 Vínculos con los sistemas de manejo de relaves

Como se explica en la Guía de relaves la implementación de un sistema de manejo de relaves específico para el sitio es una buena práctica de manejo de relaves responsable que ofrece un enfoque riguroso y sistemático que facilita:

- La implementación de los niveles correspondientes de **acauntabilidad** corporativa y responsabilidad y autoridad operativa para el manejo de relaves.
- Un mejor desempeño del depósito y un mayor grado de conformidad con los objetivos, los requisitos legales, la política corporativa y los compromisos con las COI respecto del desempeño del depósito.
- Una gestión de riesgos eficiente.
- La mejora continua en el manejo de relaves.

La implementación de actividades de OMS específicas para el sitio es una herramienta esencial para poner en vigencia un sistema de manejo de relaves. El sistema de manejo de relaves brinda un marco general, pero se necesita un OMS para hacer que ese marco funcione diariamente.

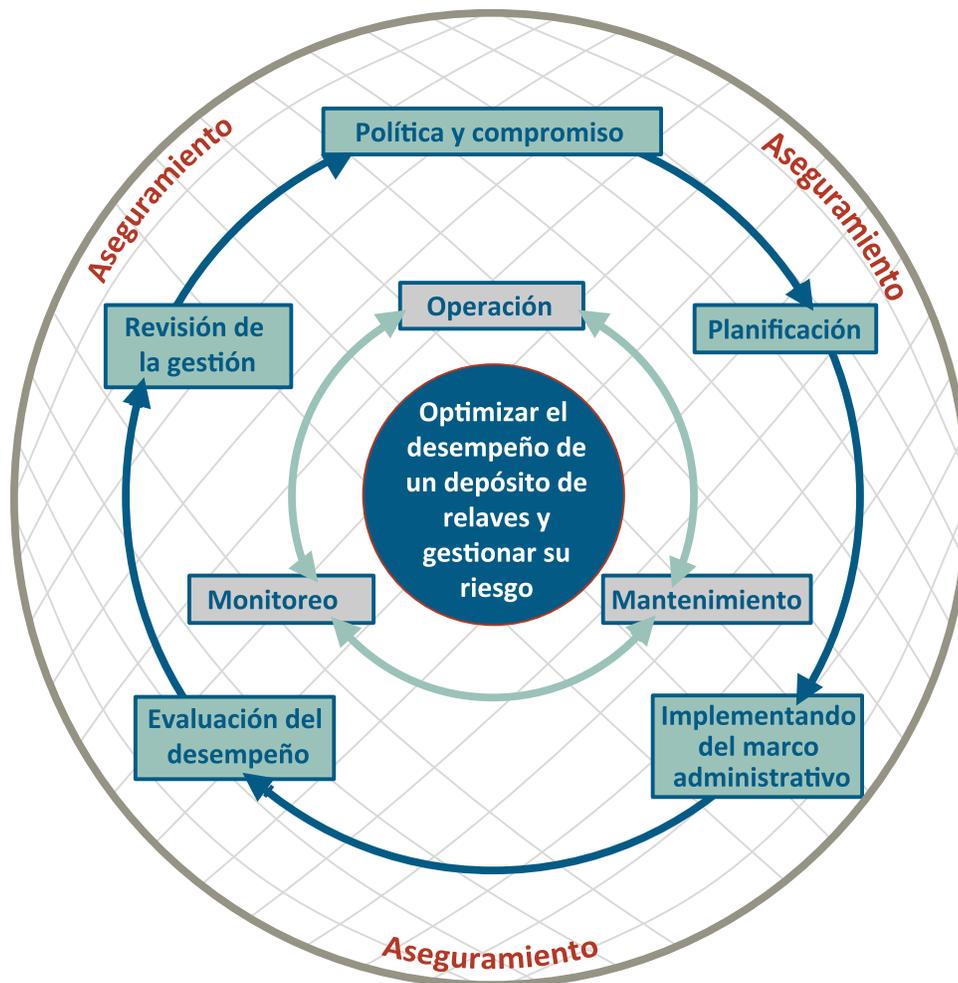
Un manual OMS puede implementarse en ausencia de un sistema de manejo de relaves, pero sin tal marco general será más difícil hacer lo siguiente:

- Gestionar el riesgo
- Fijar y cumplir objetivos de desempeño
- Saber si se cumplen los objetivos de desempeño
- Tomar decisiones informadas y oportunas
- Mejorar el desempeño.

Para optimizar el desempeño del depósito de relaves y gestionar su riesgo, una buena práctica es implementar un sistema de manejo de relaves específico para el sitio respaldado por un manual OMS. Al implementarlos en forma conjunta, el sistema de manejo de relaves y el manual OMS se vinculan íntimamente, como se ilustra en la Figura 2. El sistema de manejo de relaves, con inclusión del plan de gestión de riesgos y los controles críticos, define las actividades de OMS. A la vez, estas actividades ponen en práctica el sistema de manejo de relaves e informan el elemento de evaluación de desempeño del sistema de manejo. La revisión de la gestión para una mejora continua puede dar lugar al desarrollo de planes de acción para mejorar el sistema de manejo de relaves y el manual OMS. La Figura 2 intenta demostrar los diversos vínculos existentes entre el sistema de relaves y el manual.

En los sitios que implementan un sistema de manejo de relaves y un manual OMS, las actividades descritas en el manual OMS deben estar en concordancia con el sistema de manejo de relaves y respaldarlo. Sin embargo, un manual de OMS debe seguir siendo un documento práctico, con esos vínculos al sistema de manejo de relaves no descrito explícitamente en el manual OMS.

Figura 2: Vínculos entre un sistema de manejo de relaves y las actividades de OMS



### 2.2.2 Gestión del riesgo y controles críticos

La evaluación y la gestión del riesgo y el desarrollo e implementación subsiguientes de los planes de gestión de riesgos son esenciales para un manejo de relaves eficaz (consulte las Secciones 2.2.1, 4.1 y el Apéndice 1 de la Guía de relaves). Un manual OMS debe estar alineado con el plan de gestión de riesgos, ya que las actividades OMS son esenciales para la implementación del plan. El plan de gestión de riesgos se revisa durante todo el ciclo de vida, y el manual OMS debe revisarse de la misma forma.

Un plan de gestión de riesgos identifica las medidas de mitigación para lo siguiente:

- Eliminar o evitar riesgos en la medida de lo posible.
- Reducir el riesgo minimizando la probabilidad o la potencial consecuencia de un evento o una condición no deseada que supone un riesgo.
- Detectar, responder y minimizar las consecuencias si ocurre un evento o condición no deseada que plantean un riesgo.

La Guía de relaves define al control crítico como “un control de riesgos fundamental para prevenir un evento de consecuencias importantes o mitigar sus consecuencias. La ausencia o la falla de un control crítico aumentarían significativamente el riesgo, a pesar de la presencia de otros controles”. Aquellos controles de riesgos definidos como críticos se determinarán en función de un sitio específico y basados en la evaluación del riesgo. Los controles críticos se describen más a fondo en la Sección 4.4.3 de la Guía de relaves. En el [Apéndice 2](#) de esta guía se proporcionan ejemplos de posibles controles críticos. Los pasos clave en la identificación, el desarrollo y la implementación de los controles críticos son identificar y evaluar:

- Eventos potenciales de consecuencias importantes y modalidades de fallo plausibles asociadas.
- Controles críticos asociados para cada modalidad de fallo plausible.
- Indicadores de desempeño asociados con estos controles.
- Medidas para implementar los controles.
- Medidas predefinidas que deben tomarse si el desempeño no se ajusta al rango especificado.

Un manual OMS define todos los controles críticos para ese depósito, y para cada uno de los controles describe lo siguiente:

- Las actividades de OMS asociadas.
- Los criterios de desempeño, los indicadores del desempeño mensurables y los requisitos de monitoreo.
- Las medidas que deben tomarse si el desempeño no se ajusta al rango especificado; lo cual indica que se ha perdido el control o que una pérdida de control puede ser inminente.

Las actividades de operación y mantenimiento para los controles críticos están inextricablemente vinculadas con el monitoreo: sin monitoreo no hay control. En consecuencia, las actividades de monitoreo asociadas están implícitas en la descripción de los componentes de operación y mantenimiento de la gestión de controles críticos.

La pérdida de control, puede constituir una emergencia, ante lo cual debería implementarse el plan de respuesta a emergencias (consulte la Sección 5.2 de la Guía de relaves y la [Sección 4](#) de esta guía). Las circunstancias que podrían constituir una emergencia deben identificarse durante la evaluación del riesgo y los vínculos con el plan de respuesta a emergencias deben describirse en los procedimientos de control crítico correspondientes.

Para ciertos criterios de desempeño se puede describir una serie de niveles de respuesta con una escala ascendente de inquietud o gravedad, en lugar de describir un solo nivel de respuesta. Mediante este enfoque, los resultados del monitoreo se categorizarían de modo que reflejen condiciones normales, contratiempos o emergencias. Las condiciones de emergencia dispararían la implementación del plan de respuesta a emergencias. Los contratiempos pueden representar un rango de desempeño entre lo normal y una emergencia. Un Propietario puede definir diversos niveles de alerta o acción en el marco de un contratiempo. Este concepto se describe más a fondo en el [Apéndice 3](#) por medio del ejemplo de un Plan de respuesta a acción o comportamiento crítico (TARP, por sus siglas en inglés).

Al incorporar conceptos como los controles críticos en un sistema de manejo de relaves y las actividades de OMS correspondientes, es importante la implementación eficaz de tales conceptos. Sin embargo, hay otros conceptos estrechamente alineados que utilizan terminología diferente. Por ejemplo, algunos Propietarios desarrollan e implementan planes de respuesta a acción o comportamiento crítico (TARP). Lo esencial es el concepto, no la terminología utilizada para describirlo.

### 2.2.3 Gestión del cambio

El cambio es una fuente de riesgo y se debe gestionar con eficiencia. Los depósitos de relaves cambian continuamente durante su ciclo de vida, como así también lo hace el entorno que rodea a los depósitos. Hay cambios en el personal o en la estructura de la organización —incluidos los empleados, contratistas y consultores del **Propietario**— y cambios de propiedad o titularidad.

Algunos cambios pueden ser sustanciales y sus implicaciones potenciales para el manejo de relaves ser evidentes y planificados. Un ejemplo puede ser la decisión de extender la vida útil de una mina y su depósito de relaves. Sin embargo, los impactos acumulativos de los cambios incrementales o graduales sobre el riesgo pueden subestimarse o no preverse. Esto se vincula con el concepto de normalización de la desviación, en el cual las personas se acostumbran tanto a las desviaciones respecto del comportamiento normal o esperado que la desviación se convierte en norma<sup>1</sup>. En el contexto del manejo de relaves, esto puede implicar que, con el tiempo, las desviaciones repetidas respecto de los criterios de desempeño (p. ej., un bordo libre menor que lo aceptable) pueden convertirse en la norma a medida que el personal se acostumbra a tales desviaciones. Dada la falta de consecuencias (p. ej., la presa no falló), puede quedar establecida una actitud complaciente. La vigilancia, la capacitación y las comunicaciones eficientes son vitales para evitar la complacencia y garantizar que las desviaciones respecto de los criterios de desempeño no se conviertan en la norma aceptada.

En la Sección 4.4.2 de la Guía de relaves se ofrecen pautas para el desarrollo y la implementación de procesos de gestión de cambios. En el contexto de los manuales OMS, existen dos facetas en la gestión de cambios:

- Los manuales OMS son herramientas que permiten gestionar el cambio.
- Los manuales OMS deben reflejar el cambio.

#### Manuales OMS como herramientas de gestión de cambios

El desarrollo y la revisión continua de los manuales OMS contribuyen a abordar las transiciones entre las fases del ciclo de vida. También se deben abordar otros cambios potenciales, como la posibilidad del cierre temporal de las operaciones (consulte el *Apéndice 1*). El proceso de desarrollo y revisión también aborda la necesidad de revisar las actividades de OMS para que reflejen los cambios planificados, como el aumento de la velocidad de producción o en la cota de la presa de relaves, o las actividades de recuperación progresivas. Es difícil planificar cada cambio concebible que pudiera ocurrir, pero un manual OMS eficaz ofrece una base desde la cual gestionar el cambio, ya sea previsto o no. En caso de cambios no previstos ni abordados en un manual OMS (incluidas las desviaciones respecto del desempeño), se deberá hacer referencia a secciones pertinentes del manual como guía e información sobre una respuesta eficiente al cambio.

Los manuales OMS son valiosos como ayuda para gestionar los cambios en el personal. Un manual OMS documenta el conocimiento específico para el sitio de las actividades de OMS adquiridas por el personal. Además, es una herramienta de capacitación que permite que el personal entienda el depósito de relaves y sus roles y responsabilidades específicos en relación con el manejo de relaves.

Las actividades de OMS, en particular las de monitoreo, permiten identificar cambios que se deben gestionar, incluidos los que están vinculados con los objetivos de desempeño, los controles del riesgo y los controles críticos. Esto puede incluir cambios graduales o incrementales, como los cambios en el desempeño.

1. "Por normalización de la desviación se entiende que las personas dentro de la organización se acostumbran tanto a un comportamiento anormal que dejan de considerarlo como tal, a pesar de sobrepasar sus propias reglas para una seguridad elemental". [http://www.consultingnewslines.com/Info/Vie%20du%20Conseil/Le%20Consultant%20du%20mois/Diane%20Vaughan%20\(English\).html](http://www.consultingnewslines.com/Info/Vie%20du%20Conseil/Le%20Consultant%20du%20mois/Diane%20Vaughan%20(English).html)

### Los manuales OMS deben reflejar los cambios

Un manual OMS desactualizado es un riesgo para cualquier depósito de relaves. Si las actividades de OMS que se implementarán no reflejan las condiciones actuales, las acciones de gestión resultantes pueden no concordar con el plan de gestión de riesgos y los controles críticos asociados que se requieren para el desempeño previsto del depósito. La revisión y actualización de los manuales OMS se analiza en profundidad en la [Sección 2.6](#). El control de la **información documentada** se analiza en profundidad en la [Sección 2.7](#).

## 2.3 Información para la toma de decisiones

Para minimizar perjuicios, optimizar el desempeño del depósito de relaves y gestionar el riesgo, los Propietarios deben tomar decisiones informadas acerca del manejo de relaves. El sistema de manejo de relaves brinda un marco de gobernanza para tomar decisiones mientras que las actividades de OMS desempeñan un papel esencial para proporcionar información. El manejo de relaves requiere un enfoque riguroso para la toma de decisiones y debe estar basado en los resultados del monitoreo, de lo contrario se aumenta el riesgo de que las decisiones:

- Se basen en información incompleta o imprecisa.
- Sean de naturaleza ad hoc y con poca visión de futuro.
- No logren respaldar los objetivos de optimización del desempeño y gestión del riesgo.

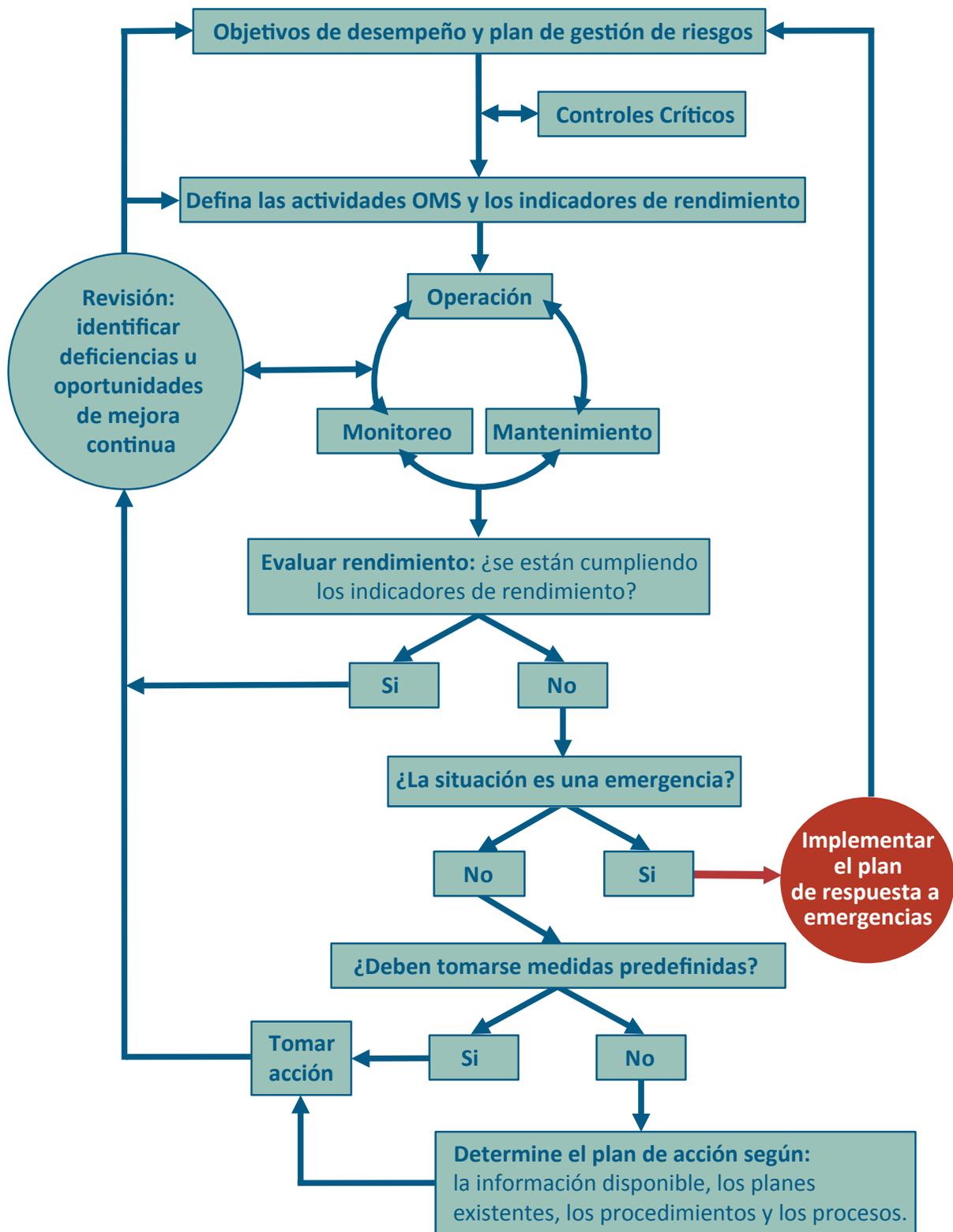
Los resultados de las actividades de OMS proporcionan una base para la toma de decisiones informadas basadas en los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos. Estas actividades también se alimentan de una gama de aportes, entre los que se encuentran:

- La intención/los criterios de diseño del depósito.
- Una evaluación de riesgos actualizada.
- Objetivos de cierre y de fases posteriores a cierre.
- El desempeño del depósito.
- La fase de ciclo de vida del depósito.
- Los requerimientos legales.
- La política corporativa.
- Los compromisos con las COI.

El tener un enfoque de decisión riguroso proporciona un mecanismo estructurado y sistematizado para la toma de decisiones, lo que ayuda a garantizar que las decisiones sean tomadas por personas que tengan niveles de autoridad y competencia apropiados y que se basen en información relevante. Tal enfoque puede incluir todo el rango de decisiones asociadas con el manejo de relaves, incluidas las que tienen medidas de gestión predefinidas basadas en los resultados del monitoreo. En el caso de un resultado imprevisto de un evento o del monitoreo, un manual OMS y un marco de toma de decisiones puede ayudar con la toma de una respuesta adecuada.

Para facilitar la toma de decisiones, un manual OMS describe la acauntabilidad, los roles y las responsabilidades de quienes toman las decisiones, lo que incluye los límites de su autoridad para tomar decisiones y las líneas de comunicaciones en toda la organización. Estos aspectos se abordan en profundidad en la [Sección 3.1](#).

Figura 3: Marco de toma de decisiones para el manejo de relaves



En la Figura 3 se ilustra un marco genérico de toma de decisiones para el manejo de relaves. Este es solo un ejemplo ilustrativo, con puntos de decisión simplificados ("sí/no"). La realidad puede ser más compleja, pero la intención es capturar visualmente el modo en que se toman las decisiones y cómo entra un OMS en ese proceso.

El método observacional ofrece un enfoque conceptual posible y un marco para la toma de decisiones. Este método se resume en el [Apéndice 4](#).

## 2.4 Desarrollo de un manual OMS

### 2.4.1 Equipo de desarrollo liderado por el Propietario

El desarrollo de un manual OMS es dirigido por un equipo de empleados (a diferencia de contratistas o consultores) que tienen responsabilidades sobre diversos aspectos del manejo de relaves en el sitio<sup>2</sup>, sin embargo debe haber una persona designada con la responsabilidad de liderar el manual OMS. Esta persona es el propietario del manual OMS.

En algunos casos, se debe buscar la experiencia específica de terceros para ciertos aspectos de un manual OMS. Por ejemplo, si los miembros del equipo no cuentan con la suficiente experiencia en el desarrollo de un manual OMS se necesitan los aportes del diseñador y el **ingeniero de registro** (EoR, por sus siglas en inglés). En este caso, sería apropiado emplear a un contratista para que trabaje con el equipo en un rol de apoyo o asesoramiento, en lugar de contratar a un tercero que se haga cargo del desarrollo del manual.

El equipo de desarrollo debe ser multidisciplinario, reflejar todos los aspectos relacionados con el manejo de relaves y estar en coordinación con otros aspectos de las operaciones del sitio en relación con los relaves. Para el desarrollo de un manual OMS inicial para un nuevo depósito de relaves el equipo debe incluir a todos los involucrados en la planificación del depósito. Una vez que se gana experiencia operativa, el equipo debe incluir a quienes estén directamente involucrados en el manejo de relaves, de manera que el manual OMS refleje las condiciones y las prácticas reales.

Un manual OMS eficaz no debe estar escrito desde una sola perspectiva técnica. Al contrario, debe reflejar el perfil de riesgo del depósito e identificar las actividades de OMS necesarias para abordar tales riesgos, ya sean de naturaleza física, química o mixta. Por ejemplo, un manual OMS no debe enfocarse solamente en los aspectos geotécnicos del manejo de relaves si existen riesgos químicos que se deben manejar.

Para preparar un manual OMS, el equipo de desarrollo puede basarse en información proveniente de una amplia variedad de fuentes, como se describe en el [Apéndice 5](#).

---

2. El equipo de desarrollo deberá hacer partícipe al personal con responsabilidades relacionadas con actividades de autorización y asuntos reglamentarios. Esto ayudará a garantizar las comunicaciones entre estos grupos y que las actividades de OMS aborden los requisitos legales.

### 2.4.2 Uso y acceso de los manuales OMS

Un manual OMS debe ofrecer información correcta en una forma clara y bien escrita, y debe estar presentado en una estructura y un formato fáciles de usar y sencillamente accesibles para el personal involucrado en el manejo de relaves.

El destinatario público de un manual OMS son todas las personas involucradas en el manejo de relaves, incluido el nuevo personal del depósito de relaves y quienes tengan menos experiencia o competencias especializadas y que pueden no estar completamente al tanto de la visión general del manejo de relaves y las consecuencias potenciales de no llevar a cabo las actividades de OMS de acuerdo con la intención de diseño y los objetivos de desempeño.

El equipo de desarrollo debe redactar un manual OMS de una manera que aborde las necesidades del público previsto, lo que incluye:

- Escribir un manual OMS con un lenguaje claro y conciso y utilizando mapas, figuras, fotos o tablas, según corresponda, a efectos explicativos.
- Ofrecer el nivel apropiado de detalle, con enlaces de acceso a información más pormenorizada (p. ej., en la sección sobre monitoreo abordar la necesidad de calibrar los instrumentos, pero los procedimientos de calibración pueden proporcionarse a través de enlaces a la documentación del fabricante de los instrumentos).
- Identificar los riesgos potenciales y las consecuencias de no llevar a cabo las actividades de OMS según lo indicado en el manual OMS.
- Enfocarse en la información directamente relacionada con las actividades de OMS, evitando la descripción innecesaria de conceptos más amplios respecto del manejo de relaves (p. ej., el sistema de manejo de relaves).

La información contenida en un manual OMS debe ser lo suficientemente detallada como para permitir que el personal pueda llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento del depósito de manera correcta y comprender, a través del monitoreo, en qué momento las situaciones que se desarrollan pueden requerir acción y a quién contactar.

Una consideración clave para que el manual OMS sea accesible es cómo está estructurado. En este aspecto, "manual" puede no ser el término más apropiado ya que implica un único documento. Dada la complejidad y la variedad de las actividades de OMS en todo el ciclo de vida de los depósitos de relaves, compilar un manual OMS como un único documento puede constituir un obstáculo en relación con su accesibilidad. Sería mejor estructurar al manual OMS como una serie o un sistema de módulos vinculados que, de manera individual, aborden un tema o tipo de actividad específicos y que reflejen los aportes del personal involucrado en tal actividad. Por ejemplo, un módulo corto específico para el monitoreo de los piezómetros en una presa de relaves es más accesible para el personal responsable de ese monitoreo que si se integra esa información en un manual más amplio y completo. De modo similar, las actividades de OMS específicas de un cierre temporal y la subsiguiente puesta en servicio podrían describirse en un módulo separado que se implementaría solo en caso de tal cierre.

Para que un enfoque modular sea eficaz, cada módulo debe expresar claramente dónde encaja en relación con otros módulos y cuáles son los vínculos. Pueden usarse diagramas de flujo que muestren los vínculos y las vías de comunicación entre los diferentes módulos para ayudar a garantizar el flujo correcto de información y que los usuarios comprendan quién es el responsable de una determinada actividad asociada con el depósito.

Aunque un enfoque modular ofrece una estructura potencialmente más descentralizada que un manual único, aun así, deberá haber un propietario designado para el manual OMS y los módulos deben gestionarse como documentos controlados, como se describe en la [Sección 2.7](#).

La consideración final sobre la accesibilidad de un manual OMS es el formato en el que se lo pondrá a disposición del personal. El formato más apropiado dependerá del sitio, el grado de soporte al manejo de la información disponible y la disponibilidad en el sitio de computadoras portátiles, dispositivos móviles, redes para dispositivos móviles o conectividad inalámbrica a Internet.

En ciertos casos, el formato más apropiado puede ser tener un manual OMS disponible solo en copia impresa, incluso si se aplica un enfoque modular. Sin embargo, proporcionar un manual OMS solo como documento impreso tiene limitaciones significativas:

- El control de los documentos es más difícil (consulte la [Sección 2.7](#)). Si el personal tiene copias impresas, es difícil garantizar que todas las copias estén actualizadas cuando se realizan cambios.
- El uso de copias impresas hace imposible la aplicación de hipervínculos a documentos pertinentes, por lo que el equipo de desarrollo tendrá que decidir si esos documentos se deberán incluir en el manual OMS. En el ejemplo anterior sobre procedimientos de calibración de instrumentos, si se usan copias impresas el equipo de desarrollo puede optar por incluir tales procedimientos en la copia impresa del manual OMS, lo que aumentará su tamaño.

Si el Propietario ha implementado las tecnologías para hacerlo, es preferible distribuir el manual OMS de manera electrónica. Así, será más fácil abordar el control de los documentos, establecer enlaces con otros documentos y, en definitiva, distribuir el manual. Una versión electrónica disponible para una gama de dispositivos, incluidos los dispositivos móviles, simplificará el acceso del personal al contenido pertinente y a los materiales de referencia asociados. Las opciones potenciales que permiten el control de los documentos incluyen:

- Un documento PDF (formato de documento portátil) con hipervínculos a otras secciones o módulos y a otros documentos de referencia, que se actualice automáticamente cuando un dispositivo se conecte a la red del Propietario, o
- Un sistema web de módulos OMS, accesible por medio de una red móvil o de Internet inalámbrica (p. ej., una estructura del tipo “wiki” como la utilizada para la [Guía global de drenaje ácido de roca](#) [GARD Guide, por sus siglas en inglés]).

### 2.4.3 Vínculos con otros sistemas

Un manual OMS debe describir claramente sus vínculos con otros planes y procedimientos pertinentes (ver ejemplos abajo); cómo estos otros planes y procedimientos se relacionan con el manejo de relaves y las actividades de OMS; y los roles, las responsabilidades y los procedimientos de comunicación asociados entre los diversos grupos o personas responsables, con el objeto de lograr lo siguiente:

- Evitar la duplicación.
- Garantizar la uniformidad de la implementación y las actividades relacionadas.
- Prevenir los vacíos que puedan afectar al manejo de relaves.
- Proporcionar una documentación clara de estos vínculos para garantizar la continuidad en caso de cambios en el personal o en los planes y procedimientos que no están comprendidos en el alcance del manual OMS.

El equipo de desarrollo debe colaborar con otros grupos en el sitio para garantizar que estos otros planes y procedimientos no entren en conflicto con los que figuran en el manual OMS ni con los objetivos más amplios del manejo de relaves responsable.

#### Ejemplos de vínculos:

Si las aguas de una mina se manejan en el depósito de relaves y los aspectos del perfil de riesgo se relacionan con el agua, entonces el manual OMS debe reflejar esto y los vínculos con los planes y procedimientos para el manejo de las aguas asociadas con una mina deben describirse con claridad. Quienes sean responsables del manejo de relaves tendrán que colaborar con los responsables de las operaciones de extracción de mineral para garantizar la concordancia de los planes y procedimientos y el cumplimiento de los objetivos generales de gestión ambiental.

Las características de los relaves, como el tamaño de partículas y, en muchos casos, el contenido de sólidos, se determinan en la planta de procesamiento de minerales. Las especificaciones en relación con estos parámetros son importantes en cuanto al cumplimiento de la intención de diseño del depósito de relaves; las desviaciones respecto de las especificaciones pueden afectar el perfil de riesgo. Los responsables del manejo de relaves deben colaborar con los responsables del procesamiento de minerales para garantizar que estas especificaciones —y las implicaciones de su no cumplimiento— se comprendan y que los cambios en las características de los relaves no comprometan el desempeño del depósito de relaves.

## 2.5 Implementación de un manual OMS

Un manual OMS solo cumple su cometido si se lo implementa de manera correcta y uniforme. Esto requiere que el manual sea accesible, como ya se describió, y que todo el personal que se espera que use el manual:

- Conozca su propósito e importancia.
- Sepa cómo acceder al manual OMS.
- Comprenda su rol, responsabilidad y nivel de autoridad en relación con el manejo de relaves.
- Tenga conocimiento y competencia para cumplir con su rol y responsabilidad.
- Comprenda las actividades de OMS de las cuales es parte.

Se necesita capacitación para ayudar a garantizar que el personal tenga el conocimiento, las habilidades y las competencias requeridas para cumplir con sus roles y responsabilidades en relación con el manejo de relaves. Hay tres componentes en relación con la capacitación:

- Capacitación para el personal nuevo.
- Capacitación de repaso con una frecuencia determinada por el Propietario, teniendo en cuenta el perfil de riesgo del depósito.
- Capacitación asociada con las actualizaciones al manual OMS.

La capacitación aborda:

- Aspectos generales, como la política del Propietario y sus compromisos en relación con el manejo de relaves, y las metas generales del manejo de relaves responsable.
- Aspectos específicos (p. ej., técnicos, comunicacionales, de gestión) relacionados con los roles y las responsabilidades individuales del personal.

La capacitación puede llevarse a cabo utilizando recursos propios, pero puede haber necesidad de involucrar a actores externos, como el diseñador o el EoR, en el desarrollo de los materiales de capacitación. Los Propietarios pueden considerar cierta forma de evaluación del personal acerca del contenido del manual OMS como una forma de demostrar su competencia. También debe implementarse un mecanismo de seguimiento (p. ej., una capacitación requiere una matriz) para garantizar que todo el personal relevante reciba capacitación sobre el manual OMS.

El Propietario necesita contar con una estrategia de implementación que incluya un componente de capacitación para un nuevo manual OMS o cualquier revisión significativa.

Puede ser más adecuado abordar estos requisitos de capacitación en un programa de capacitación separado, como se describe en la Sección 4.4.4 de la Guía de relaves. Independientemente de dónde el Propietario describa estos requisitos, la oferta de capacitación apropiada es esencial.

## 2.6 Revisiones y actualizaciones a un manual OMS

El propietario del manual OMS, el equipo de desarrollo y el EoR deben emprender revisiones y actualizaciones regulares al manual. La frecuencia de las revisiones variará según el perfil de riesgo del depósito y la fase del ciclo de vida. El Propietario debe indicar la frecuencia, de modo que se asegure de que las revisiones se realicen de acuerdo con un programa predeterminado. Las revisiones anuales se consideran una buena práctica para depósitos de relaves en la fase de operaciones y construcción en curso. Dado el rango de actividades que tienen lugar desde que se implementa el plan de **cierre**, puede ser apropiado continuar con las revisiones anuales durante la fase de cierre. Las revisiones de los manuales OMS pueden ser menos frecuentes durante la **fase posterior al cierre**, dependiendo del perfil de riesgo y de las condiciones y las circunstancias del sitio.

Además de las revisiones programadas, una revisión puede ser activada por un evento significativo o una desviación de las condiciones actuales o normales (p. ej., un aumento de importancia en la tasa de producción de mineral que dé lugar a un incremento en el volumen de relaves producidos).

Al llevar a cabo revisiones, el equipo de desarrollo debe considerar una amplia variedad de información, la que incluye:

- El desempeño del depósito.
- Las desviaciones respecto del diseño aprobado.
- La fase actual del ciclo de vida del depósito (consulte la [Sección 2.1.3](#) y el [Apéndice 1](#)).
- El estado de las actividades progresivas de recuperación.
- El asesoramiento y las recomendaciones pertinentes que provengan de las inspecciones en el sitio, la **auditoría** de revisión independiente y la **evaluación de la eficacia**.
- Los cambios realizados en los siguientes elementos desde la última revisión:
  - Las condiciones del sitio.
  - Las características de los relaves o del procesamiento de minerales.
  - Las características del depósito de relaves (p. ej., el aumento de la cota de la presa desde la última revisión).
  - Los objetivos e indicadores de desempeño.
  - El perfil de riesgo del depósito de relaves.
  - Los controles críticos.
  - El personal o la estructura de la organización.
  - Las metodologías y tecnologías que se aplican en las actividades de OMS.
  - Los requisitos legales.
  - Las perspectivas de las COI.
  - El plan de cierre.
- Los planes de manejo de vacíos o deficiencias en el desempeño.
- Los planes de **mejora continua**.
- Los planes futuros para el depósito de relaves.

Un manual OMS debe reflejar e incorporar conocimiento actualizado específico del sitio y la experiencia del personal. Esto puede ser particularmente útil cuando se registran cambios en el personal. Un manual OMS eficaz es de valiosa ayuda puesto que documenta la memoria del sitio y transfiere el conocimiento acumulado sobre el depósito de relaves y las actividades de OMS al nuevo personal durante la vida útil del depósito.

Al revisar un manual OMS, el equipo de desarrollo debe tener en cuenta las experiencias prácticas y las lecciones relacionadas con las actividades de OMS mediante los aportes de una variedad de usuarios del manual, incluidos roles clave como el EoR y el personal involucrado en las actividades de OMS cotidianas.

En sitios en los que se han implementado un sistema de manejo de relaves (consulte la [Sección 2.2.1](#)), la evaluación del desempeño y la revisión de la gestión para una mejora continua pueden hacer aportes a la revisión del manual OMS, lo que incluye la identificación de deficiencias u oportunidades de mejora continua.

Si al revisar un manual OMS se consideran cambios, sus impactos potenciales al perfil de riesgo del depósito de relaves deben ser tenidos en cuenta (consulte la Sección 4.4.2 de la Guía de relaves). Esto incluye la consideración de los impactos acumulativos potenciales de los cambios o desviaciones que hayan ocurrido en el pasado. De esta manera, se ayuda a reducir el riesgo de llevar a cabo las actividades de OMS de forma complaciente y a reducir el potencial aumento de riesgo debido a decisiones operativas tomadas con mentalidad de corto plazo. Si se hace algún cambio al manual OMS que pueda afectar el perfil de riesgo, la lógica subyacente debe documentarse claramente y la decisión de hacer estos cambios debe tomarse a un nivel proporcional con el cambio asociado en el perfil de riesgo.

Las revisiones de un manual OMS pueden dar lugar a la actualización de todo el manual o solo de ciertos módulos. Un manual OMS también puede requerir una actualización en respuesta a lo siguiente:

- Cambios planificados, como cambios en la instrumentación o las metodologías de monitoreo o la introducción de nuevas metodologías o instrumentaciones.
- Cambios en el personal o en los roles a los que hace referencia el manual OMS.
- Otros cambios posibles que deban ser abordados antes de la próxima revisión programada del manual OMS.

Las actualizaciones, tales como las relacionadas con los cambios en el personal, deben completarse de manera oportuna y pueden ser más frecuentes que las que abordan los resultados de las revisiones de un manual OMS.

## 2.7 Control de la información documentada

La información necesaria para un manejo de relaves eficiente y para el desarrollo e implementación de un manual OMS debe ser controlada. Los Propietarios deben establecer e implementar un proceso para garantizar la creación, el mantenimiento, la conservación y el archivo de información documentada. Hay dos aspectos que se reconocen en el control de la información documentada:

- El acceso a información documentada actual y precisa y su uso.
- La identificación y retención de registros que sean potencialmente útiles para el futuro manejo del depósito de relaves.

Un manual OMS tiene que ser un documento controlado, lo que incluye:

- Definir el proceso de revisión y actualización del manual OMS, incluidas las actualizaciones principales (p. ej., cambio en los procedimientos de monitoreo) y secundarias (p. ej., cambios en el personal).
- Identificar a las personas con autoridad para revisar el manual OMS y el alcance de su autoridad (p. ej., algunos pueden tener solo autoridad para corregir ciertas secciones o módulos).
- Describir los mecanismos de aprobación de las revisiones al manual OMS.
- En el caso de los documentos electrónicos, implementar medidas para evitar los cambios involuntarios o cambios realizados por personal sin la autoridad correspondiente.

Además, se deben definir los procedimientos necesarios para lo siguiente:

- Dotar al personal de acceso al manual OMS y los documentos de respaldo (es decir, distribuir copias impresas o brindar acceso a versiones electrónicas, como se analizó en la [Sección 2.4.2](#)).
- Informar al personal de los cambios al manual OMS que sean relevantes para sus roles y responsabilidades.
- Controlar la información de referencia usada para desarrollar y actualizar el manual OMS o la información a la que se hace referencia en el manual.
- Restringir el acceso a versiones desactualizadas y marcar claramente esas versiones como tales.
- Identificar los materiales desactualizados que deben retenerse.
- Archivar o eliminar los materiales desactualizados, según corresponda.

El acceso a un manual OMS puede verse interrumpido (p. ej., pérdidas de copias impresas debido a un incendio, pérdida temporal del acceso a copias electrónicas debido a un corte de energía). La pérdida potencial del acceso debe evaluarse, en particular en el caso de los manuales OMS a los que se accede por vía electrónica. Puede haber componentes del OMS a los que se deba poder acceder en copia impresa en el caso de que las versiones electrónicas no estén disponibles. En efecto, un corte de energía puede estar vinculado con ciertos controles críticos (p. ej., la pérdida de la capacidad de operar bombas). Tener acceso al manual OMS durante tales períodos puede ser necesario para dar una respuesta eficiente a la situación.

Las vulnerabilidades y riesgos específicos asociados con la pérdida potencial de acceso deben identificarse, así como desarrollarse planes de contingencia y de seguridad informática, incluyendo:

- Procedimientos de copiado de respaldo y recuperación de copias electrónicas e impresas.
- Planes para impedir el acceso no autorizado, lo que incluye el acceso a la documentación, los instrumentos y otras tecnologías que puedan conectarse a redes móviles o a Internet inalámbrica.
- La retención de copias impresas de componentes críticos del manual OMS que puedan usarse en caso de pérdida de acceso a documentos electrónicos.

Otro punto que se debe considerar para el control de la información documentada es el manejo de formatos electrónicos antiguos. Se debe desarrollar un plan, con aportes de expertos en administración y tecnología de la información, para abordar la gestión de los formatos electrónicos antiguos y así garantizar que no se pierdan registros potencialmente útiles para el manejo de relaves ni se hagan imposibles de acceder en el futuro como resultado de la obsolescencia del software, los formatos de archivos electrónicos o los medios de almacenamiento de datos.

## 3 Contenidos de un manual OMS eficaz

Esta sección aborda los aspectos que un equipo de desarrollo de un manual OMS debe considerar al crear un manual OMS específico para un sitio. La estructura de esta sección puede ofrecer un marco potencial de la estructura de un manual OMS, pero como se describe en la [Sección 2.4.2](#), queda a criterio del equipo de desarrollo identificar la mejor manera de estructurar su manual.

Las secciones que figuran a continuación brindan orientación para un equipo de desarrollo de un manual OMS. Sin embargo, dada la amplia variedad de condiciones en las que se operan los **depósitos de relaves**, y en virtud de los diferentes requisitos de OMS en el **ciclo de vida** de un depósito determinado, hay pocas actividades específicas de OMS cuya aplicación pueda considerarse para todos los casos.

### 3.1 Gobernanza de OMS

#### 3.1.1 Roles, responsabilidades y autoridad

El personal involucrado en el manejo de relaves debe comprender sus roles funcionales, líneas de comunicación y relaciones con otras personas que desempeñen una función directa o indirecta en relación con el manejo de **relaves**. Un manual OMS describe:

- Las tareas y funciones relacionadas con las actividades de OMS.
- Los roles, **responsabilidades** y nivel de **autoridad** del personal o los grupos que asumen estas tareas y funciones, incluidas la(s) **Persona(s) Responsable(s)** y el **EoR**, junto con otro personal clave involucrado en el manejo de relaves.
- Las relaciones funcionales y las líneas de comunicación:
  - Entre el personal y los grupos involucrados en las actividades de OMS.
  - Con el personal y los grupos fuera del alcance del manual OMS pero involucrados en actividades que pueden afectar el manejo de relaves.
  - Con actores externos, incluidas las autoridades regulatorias y las **COI**.

En la Tabla 1 se presentan ejemplos de roles y responsabilidades para un depósito de relaves.

Al describir los roles, las responsabilidades, los niveles de autoridad y las relaciones, el equipo de desarrollo de un manual OMS debe hacer hincapié en las relaciones funcionales más que en las relaciones organizacionales típicamente descritas en los organigramas. Este enfoque puede ser útil para superar los silos funcionales y de comunicación que, sin intención, pueden verse reforzados por las estructuras organizacionales.

El equipo de desarrollo de un manual OMS puede optar por usar una matriz de asignación de responsabilidades o una matriz RACI (responsable, aprobador, consultado e informado) para describir los roles y las relaciones entre los empleados, así también como con los contratistas y consultores, incluidos el diseñador y el EoR (consulte el [Apéndice 6](#)).

Un manual OMS describe claramente la relación entre el **Propietario** (específicamente, la(s) Persona(s) Responsable(s)) y sus contratistas y consultores. Esto reviste particular importancia con respecto a la recopilación y el análisis de datos de **monitoreo** vinculados con la gestión de los **controles críticos**.

Un manual OMS debe abordar claramente las siguientes cuestiones:

- ¿Quién es responsable de la adquisición y el análisis de los datos de monitoreo?
- ¿Cuáles son las líneas de comunicación para generar y presentar informes en caso de que los resultados no estén contenidos en el rango especificado para el criterio de desempeño del control crítico?
- Si se exceden los criterios de desempeño del control crítico:
  - ¿Qué medidas se espera que tomen la(s) Persona(s) Responsable(s) y otros integrantes del personal?
  - ¿Qué medidas se espera que tomen el contratista y el consultor?

Las medidas que la(s) Persona(s) Responsable(s) y demás empleados tengan que tomar deben describirse claramente, de modo que puedan tomarse en caso de que el contratista o el consultor no puedan ser contactados de manera oportuna.

**Tabla 1: Ejemplos de roles y responsabilidades potenciales**

<b>Persona(s) Responsable(s)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecer un presupuesto para su aprobación.</li> <li>■ Establecer una estructura organizacional con roles y responsabilidades que satisfagan las necesidades de la operación.</li> <li>■ Establecer una relación formal con el diseñador y el EoR para garantizar que la construcción y la operación cumplan con el diseño.</li> <li>■ Garantizar que el monitoreo de las instalaciones se realice de acuerdo con la intención de diseño, los objetivos de desempeño, el plan de gestión de riesgos y los controles críticos.</li> <li>■ Mantener registros relacionados con el diseño, la construcción y las actividades de operación, mantenimiento y monitoreo.</li> <li>■ Garantizar que se completen las inspecciones (p. ej., inspecciones o revisiones de seguridad de la presa).</li> <li>■ Revisar y actualizar el manual OMS.</li> <li>■ Cumplir con los límites operativos establecidos en el diseño (siguiendo las pautas descritas en el manual OMS).</li> <li>■ Mantener y someter a prueba los planes de respuesta a emergencias o los componentes de tales planes a nivel del sitio que estén directamente relacionados con el manejo de relaves.</li> <li>■ Implementar medidas para solucionar las desviaciones en los objetivos de desempeño o los criterios especificados en el plan de gestión de riesgos.</li> <li>■ Implementar un proceso de revisión independiente.</li> <li>■ Identificar en qué momento y lugar los cambios operativos contemplados representan una desviación potencial respecto de la intención de diseño y hacer partícipe al diseñador o al EoR como parte de los procesos para gestionar el cambio.</li> </ul>
<b>Ingeniero de registro</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hacer aportes a las actividades de OMS de acuerdo con el diseño.</li> <li>■ Recibir y revisar el manual OMS con regularidad.</li> <li>■ Recibir y revisar los datos de desempeño del depósito con una frecuencia que se determine con base en los riesgos.</li> <li>■ Confirmar el cumplimiento de la operación o identificar desviaciones respecto de los objetivos de desempeño y ofrecer recomendaciones al Propietario.</li> <li>■ Asesorar sobre los cambios contemplados a la operación del depósito.</li> <li>■ Mantener registros en relación con el diseño, la construcción y la operación.</li> <li>■ Participar en las inspecciones y la revisión independiente.</li> </ul>

### 3.1.2 Comunicaciones

Un manual OMS debe describir claramente las líneas y las expectativas de comunicaciones en lo concerniente a los aportes y los resultados de las actividades de OMS. Sin embargo, hay límites en cuanto a lo que se puede lograr a este respecto en el texto de un manual OMS. La comunicación eficaz es una habilidad que se debe desarrollar, y:

- Las comunicaciones eficaces deben abordarse como parte de las actividades de capacitación.
- La interrupción o pérdida de las comunicaciones debe investigarse para aprender y mejorar las comunicaciones.
- La eficacia de las comunicaciones debe evaluarse regularmente, con el objeto de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.

El no considerar estos desafíos entorno a la comunicación implica complacencia. La complacencia aumenta el **riesgo**. Un manual OMS que se implementa con eficacia y comunicaciones, responsabilidades y roles claros, vinculado a un sistema de manejo de relaves y a un marco de toma de decisiones (consulte la [Sección 2.3](#)), puede ayudar a contrarrestar la tendencia a ser complaciente imponiendo un mayor rigor en todos los aspectos del manejo de relaves.

En el [Apéndice 7](#) se presenta más información sobre las comunicaciones eficaces en relación con el manejo de relaves.

### 3.1.3 Seguimiento de las actividades de OMS

Un manual OMS describe los procesos y procedimientos para realizar un seguimiento de la implementación de las actividades de OMS e incluye la identificación de los siguientes puntos:

- ¿Quién es responsable de llevar a cabo la actividad?
- ¿Cuál es el programa en el que debe llevarse a cabo la actividad?
- ¿Quién es el aprobador que garantiza que la actividad se lleva a cabo como se requiere?
- ¿Cómo se hace el seguimiento de la implementación de la actividad y cómo y cuándo se reporta esa información a la(s) Persona(s) Responsable(s)?

El sistema de seguimiento proporciona un mecanismo que asegura a la(s) Persona(s) Responsable(s) que la actividad se ha llevado a cabo como se planeó. El sistema de seguimiento debe incluir un mecanismo que marque las ocasiones en que la actividad fue llevada a cabo de forma distinta a lo planeado, lo que ofrece a la(s) Persona(s) Responsable(s) la información que necesita, de manera oportuna, para poder tomar las medidas adecuadas.

### 3.1.4 Gestión de la calidad

Se debe implementar un plan de gestión de la calidad que aborde una amplia gama de aspectos relacionados con el manejo de relaves, incluidas las actividades de OMS. Hay dos componentes en relación con la gestión de la calidad: el aseguramiento de la calidad y el control de calidad (QA y QC respectivamente, por sus siglas en inglés).

Un manual OMS tiene que describir los requisitos, procesos y procedimientos de gestión de la calidad para las actividades de OMS. En el caso del **mantenimiento**, esto podría incluir, por ejemplo, la descripción de procedimientos para verificar que las actividades de mantenimiento se han llevado a cabo como se especificó (p. ej., se agregó la cantidad correcta de aceite durante un cambio de lubricante). En el caso del monitoreo, el plan de gestión de la calidad incluiría información como la siguiente:

- Frecuencia y metodología requeridas para la calibración de instrumentos.
- Protocolos o **procedimientos operativos estándar** para la recopilación de muestras para el análisis de laboratorio a fin de evitar la contaminación cruzada; los requisitos de preservación de muestras y los procedimientos para documentar la cadena de custodia.

Calidad, aseguramiento de la calidad y control de calidad se definen en la norma ISO 9000 de gestión de calidad como se indica a continuación:

**Calidad:** el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

**Aseguramiento de la calidad (QA):** todas aquellas actividades sistemáticas y planificadas que se implementan para reafirmar que una entidad cumplirá con los requisitos de calidad.

**Control de calidad (QC):** actividades y técnicas operativas que se usan para cumplir con los requisitos de calidad.

El QA garantiza que usted está haciendo las cosas correctas en la manera apropiada. El QC garantiza que usted obtendrá los resultados que busca.

### 3.1.5 Informes

Un manual OMS describe las relaciones de subordinación entre diferentes individuos y unidades de negocio con roles directos e indirectos en relación con el manejo de relaves. Un manual OMS también describe, en una forma más detallada, las relaciones de subordinación y cómo debe circular la información relacionada con actividades de OMS específicas. Un manual OMS también tiene que describir los procesos y procedimientos para generar y presentar informes sobre los resultados de las actividades de OMS.

Un manual OMS debe describir claramente los requisitos de generación y presentación de informes para cualquier resultado del monitoreo que exceda el rango esperado de observaciones o desempeño, ya que estos resultados pueden indicar contratiempos o una emergencia potencial. Cualquier resultado semejante debe comunicarse de manera oportuna para que quienes tienen la responsabilidad y la autoridad de actuar en tales circunstancias puedan tomar las decisiones apropiadas.

### 3.1.6 Capacitación y competencia profesional

Un manual OMS describe requisitos mínimos de conocimiento y competencia profesional para cada cargo con responsabilidades definidas. Estos requisitos pueden describirse mediante atributos para cada cargo, lo cual puede ser de ayuda al contratar personal que tenga el conocimiento y las competencias apropiadas. Además, puede servir para que el personal identifique metas y oportunidades de desarrollo profesional, lo que contribuye a la retención de personal.

Como se analizó en la [Sección 2.5](#) y en la Sección 4.4.4 de la Guía de relaves, se deben identificar los requisitos de capacitación para garantizar la satisfacción, actualización o renovación de las competencias profesionales según corresponda. Se deben desarrollar e implementar programas de capacitación que garanticen la oferta de capacitación adecuada al personal que trabaja en las instalaciones.

### 3.1.7 Planificación de la sucesión

Los cambios en el personal pueden constituir una fuente de riesgo para el manejo de relaves. La planificación de la sucesión es una herramienta que ayuda a gestionar ese riesgo. El desarrollo y la implementación de planes de sucesión estarían, por lo general, fuera del alcance de un manual OMS. Sin embargo, el equipo de desarrollo de un manual OMS debe identificar los roles o puestos para los que la planificación de la sucesión sería importante para gestionar riesgos. Un manual OMS describe los requisitos de conocimientos y competencias, los planes de transición y los procedimientos de traspaso para tales roles o cargos.

### 3.1.8 Recursos y planificación

Para desarrollar e implementar un manual OMS con eficiencia y para efectuar revisiones y actualizaciones, el Propietario debe identificar, asegurar y revisar regularmente la adecuación de los siguientes elementos:

- Los recursos humanos, contratistas y consultores externos.
- La condición, funcionalidad y adecuación del equipo.
- Los recursos financieros.
- Los programas de actividades de OMS.

Un manual OMS no debe incluir descripciones de los requisitos de recursos, como por ejemplo recursos de personal y financieros. Sin embargo, un manual OMS puede usarse como base para estimar, justificar y asegurar los recursos requeridos.

En un manual OMS se describen los cronogramas de actividades de OMS. Consulte las [Secciones 3.3, 3.4 y 3.5](#).

### 3.1.9 Seguridad y salud ocupacional

El llevar a cabo las actividades de OMS, puede presentar desafíos únicos respecto de la seguridad y la salud ocupacional. Por ejemplo, las actividades de monitoreo pueden presentar riesgos que otro personal que trabaja en minas por lo general no tiene que afrontar, lo que puede ir desde trabajar en el agua o en sus cercanías al riesgo de encuentros con animales salvajes. Al llevar a cabo las actividades de OMS, como en las demás actividades que se realizan en las minas, la seguridad debe ser primordial.

Es esencial que todas las actividades de OMS se lleven a cabo de acuerdo con las mejores prácticas de seguridad y salud ocupacional y en conformidad con las normas y los requisitos del Propietario. Tales actividades también deben llevarse a cabo en cumplimiento de los requisitos legales aplicables. Adicionalmente, el personal involucrado debe recibir capacitación adecuada en seguridad y salud ocupacional del sitio.

## 3.2 Descripción de un depósito de relaves

Hay muchos factores que podrían afectar el desempeño y el perfil de riesgo de un depósito de relaves a lo largo de su ciclo de vida, lo que incluye (consulte el [Apéndice 8](#) para ver más ejemplos):

- Las condiciones del sitio, incluido el clima.
- Las perspectivas de las COI.
- Los requisitos legales y compromisos.
- Las características del depósito de relaves.

- El desempeño del depósito de relaves.
- Los planes a futuro y su impacto sobre el depósito de relaves.

Comprender tal información es esencial para el manejo responsable de los relaves y la gestión eficiente del cambio. Esta información debe documentarse claramente, mantenerse y conservarse.

Un manual OMS hace referencia a esta información o la resume y, en el caso de las referencias, ofrece indicación (potencialmente en la forma de enlaces electrónicos) para facilitar el acceso y la recuperación de la información pertinente. El objetivo de este resumen es ofrecer contexto vinculando las actividades de OMS con el perfil de riesgo del depósito, los objetivos de desempeño, los controles críticos, los requisitos legales, etc., para ayudar a garantizar que el personal comprenda las implicaciones potenciales de sus roles, responsabilidades, niveles de autoridad y acciones individuales en relación con el manejo de relaves.

### 3.3 Operación

La operación de un depósito de relaves incluye actividades relacionadas con el transporte, el descargue y el almacenamiento permanente de relaves y, cuando corresponda, agua de proceso, efluentes y residuos, y el reciclado del agua de proceso. El término "operación" se aplica en todas las fases del ciclo de vida de un depósito de relaves y no se limita a la fase de **operaciones y construcción en curso** del ciclo de vida, cuando los relaves se descargan activamente en el depósito. Como resultado, la operación también incluye actividades de recuperación y otras actividades relacionadas.

Este componente de un manual OMS define y describe los planes y procedimientos para la implementación de controles operativos que permitan la operación del depósito de relaves de acuerdo con la intención de diseño, los objetivos de desempeño, el plan de gestión de riesgos y los controles críticos para los depósitos de relaves.

#### 3.3.1 Objetivos de desempeño

Los objetivos de desempeño son metas generales que surgen a partir de la política y el compromiso del Propietario y que, en lo posible, están cuantificados. Los objetivos de desempeño se establecen tomando como base lo siguiente:

- La intención de diseño del depósito de relaves.
- Los requisitos ambientales.
- La evaluación del riesgo y el nivel de impacto y riesgo aceptables.
- El plan de gestión de riesgos.
- El plan de cierre y el uso final de las tierras luego del cierre.

Los objetivos de desempeño deben desarrollarse en colaboración con el EoR, la(s) Persona(s) Responsable(s) y demás personal clave. En la Tabla 2 se ofrecen ejemplos de posibles controles operativos que deben ser abordados por los objetivos de desempeño. Los indicadores del desempeño surgen a partir de los objetivos de desempeño y son requisitos de desempeño medibles y cuantificables que deben definirse y cumplirse para alcanzar los objetivos. Los criterios de desempeño especifican el rango esperado o aceptable de desempeño para cada indicador y los rangos de desempeño que pueden requerir que se tomen ciertas medidas correctivas (es decir, un enlace a los controles críticos, **TARP**, etc.).

**Tabla 2 : Ejemplos de controles operativos que deben ser abordados por los objetivos de desempeño**

<b>Transporte y descargue de relaves</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Planificación y calibración del descargue.</li> <li>■ Desempeño de los sistemas de desagüe.</li> <li>■ Características de los relaves (p. ej., tamaño de partículas, contenido de agua, propiedades químicas, ángulo subaéreo y subacuático de la playa, densidad seca de los relaves, resistencia, etc.).</li> <li>■ Desempeño de los sistemas de transporte de relaves (p. ej., tuberías, cinta transportadora).</li> <li>■ Desempeño de los sistemas eléctricos y mecánicos asociados (p. ej., bombas, motores).</li> <li>■ Requisitos de descargue (p. ej., compactación, contenido de agua, transitabilidad).</li> </ul>
<b>Contención de los relaves</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Especificaciones de la fundación.</li> <li>■ Especificaciones de la construcción.</li> <li>■ Disponibilidad de materiales de construcción y planificación de expansiones (p. ej., protección de pilas, aumentos en la cota de la presa, nuevas celdas).</li> <li>■ Pendientes perimetrales.</li> <li>■ Actividades de compactación.</li> <li>■ Medidas de control de erosión.</li> <li>■ Medidas de control de polvo.</li> <li>■ Medidas para prevenir el acceso de fauna (p. ej., medidas de disuasión para aves).</li> </ul>
<b>Manejo de aguas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Auditorías y calibración del balance de aguas.</li> <li>■ Bordo libre y ancho de la playa.</li> <li>■ Descarga, volumen y calidad de las aguas (en condiciones operativas normales y circunstancias especiales).</li> <li>■ Control y recolección de filtraciones.</li> <li>■ Manejo del agua recuperada.</li> </ul>
<b>Monitoreo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Requisitos de monitoreo para los indicadores del desempeño operativo.</li> <li>■ Umbrales de los criterios de desempeño que activan acciones predefinidas.</li> </ul>
<b>Otros</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Procedimientos de respuesta a condiciones operativas inusuales (p. ej., frío extremo, altas precipitaciones, sequía, vientos fuertes).</li> <li>■ Actividades progresivas de recuperación.</li> </ul>

### 3.3.2 Procedimientos operativos

La gestión de cada depósito de relaves debe seguir un rango de procedimientos operativos estándar (SOP, por sus siglas en inglés) que reflejen de la mejor manera las características de las instalaciones y respalden los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos. Un enfoque típico es desarrollar un conjunto de SOP que sirva como la base de un depósito bien gestionado. Las SOP descritas en un manual OMS dependerán de la fase del ciclo de vida del depósito de relaves.

Un **procedimiento operativo estándar** (SOP) es un conjunto de métodos establecidos o prescritos que se deben seguir habitualmente para mejorar el desempeño de las operaciones designadas o en situaciones indicadas. Pueden incluir procedimientos, normas, prácticas, protocolos, instrucciones, reglas, etc. Mediante el uso de los SOP se intenta alcanzar resultados de calidad y un desempeño uniforme, al tiempo que se reduce el potencial de malentendidos y falta de comunicación. Para que sean eficaces, los SOP deben ser aplicados de manera uniforme por todo el personal pertinente. Además, cualquier cambio realizado a los SOP debe comunicarse y documentarse con claridad.

Los SOP describen los indicadores de desempeño y las medidas predefinidas (p. ej., los TARP) que deben tomarse si los criterios de desempeño asociados se desvían de los rangos definidos. Los SOP incluyen una descripción de las ramificaciones potenciales de la falta de respuesta a una desviación.

Los SOP son documentos controlados que se revisan según sea necesario y se incluyen o se citan como referencia en un manual OMS.

Las consideraciones ambientales y de seguridad y salud ocupacional deben estar descritas en los SOP y respaldadas en la evaluación de riesgo subyacente para un depósito de relaves determinado.

Los SOP variarán de un sitio a otro y se los puede clasificar ampliamente en tres áreas generales, como se describe en los apartados siguientes.

#### 3.3.2.1 Transporte y descargue de relaves

Se debe desarrollar un plan de transporte y descargue de relaves basado en la intención de diseño, los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos. Este plan debe ser citado como referencia y estar resumido en el manual OMS. Las prácticas específicas para implementar el plan se describen en los SOP y en un manual OMS, como por ejemplo:

- Mitigar la generación potencial de polvo debido al transporte y el descargue de los relaves apilados<sup>3</sup> (p. ej., restricciones estacionales de descargue).
- Evitar el congelamiento de las tuberías de relaves (p. ej., prácticas específicas de bombeo o descargue de relaves para climas fríos, etc.).
- Ajustar las prácticas en caso de escasez a corto plazo de arena centrifugada adecuada para construir estructuras de contención, debido a las variaciones en la alimentación de mineral.

3. El término “relaves apilados” hace referencia a un depósito de relaves en donde estos han sido suficientemente drenados como para poder ser transportados en camión o en una cinta transportadora. Esto incluye relaves que han sido drenados por filtrado, centrifugado, secado con aire u otros medios.

El resumen ofrecido en el manual OMS cubre la vida útil del plan y demuestra capacidad adecuada para el plan de minería o bien enfatiza la capacidad restante, la frecuencia de actualización esperada y la fecha de la actualización más reciente. El plan de transporte y descargue de relaves a corto plazo (p. ej., hasta 24 meses) se implementa a través de los SOP.

Los SOP para el transporte y descargue de relaves describen los elementos relevantes del depósito de relaves y los objetivos e indicadores de desempeño para el transporte y descargue de relaves, como por ejemplo:

- Las características esperadas de los relaves o las aguas.
- El sistema de manejo y transporte de relaves o aguas.
- El personal y los equipos necesarios para cumplir con eficiencia los objetivos de desempeño.
- Un resumen del plan de descargue durante la vida útil de la mina, junto con planes anuales detallados para el año en curso que identifiquen los lugares y el programa de descargue y la construcción planificada, con referencia a los planes e informes de respaldo.

Durante la operación de un depósito, los relaves pueden variar en sus características físicas, químicas o mineralógicas. Periódicamente, deben tomarse muestras representativas de los relaves para su análisis. Estos servirán para verificar cualquier cambio en las características físicas, químicas o mineralógicas de los relaves que podrían afectar el plan de transporte y descargue (p. ej., un cambio en el peso específico de los relaves puede afectar la pendiente de descargue del material), la calidad de los efluentes o el plan de cierre.

### 3.3.2.2 Construcción en curso de un depósito de relaves

Un manual OMS identifica los requisitos y los planes para la construcción de un depósito de relaves en etapas durante la fase de operaciones y construcción en curso del ciclo de vida a fin de mantener niveles adecuados de capacidad de almacenamiento de sólidos y manejo de aguas, lo que incluye:

- Método(s) de apilamiento, descargue hidráulico o construcción de presas.
- Programa de expansión del depósito de relaves.
- Materiales y equipos necesarios.
- Procedimientos de gestión de la construcción.
- Medidas y actividades de QA y QC (p. ej., documentación, registros de relevamiento topográfico "conforme a obra").

Un manual OMS describe los objetivos e indicadores de desempeño en que se basan el plan y el programa de construcción del depósito de relaves y los rangos de desempeño aceptable para esos indicadores.

Un manual OMS también puede desarrollarse para la fase de **construcción inicial** del ciclo de vida.

### 3.3.2.3 Manejo de aguas

Las aguas deben manejarse con eficiencia en todos los depósitos de relaves, sin importar el tipo de instalaciones (p. ej., pila, embalse de lodos o relaves espesados). Un manual OMS describe los procedimientos para el manejo de las aguas asociadas con un depósito de relaves (consulte la definición de depósito de relaves) en condiciones operativas normales, así como también en circunstancias como escorrentía anormal, precipitación severa o sequía. Un manual OMS debe incluir una descripción del balance de aguas esperado, con identificación de todas las entradas, inventario de estanques y aguas intersticiales y desagües.

Un manual OMS describe los controles operativos requeridos para manejar las aguas en todas las condiciones operativas y en ocasión de contratiempos. También describe los objetivos e indicadores de desempeño para el manejo de aguas y los rangos de desempeño aceptables para tales indicadores.

### 3.3.3 Acceso al sitio

Un manual OMS describe procedimientos para controlar el acceso al depósito de relaves a fin de asegurar la integridad de las instalaciones y la seguridad del personal y del público en general. Se deben abordar los peligros o las restricciones de seguridad relacionadas con el contacto humano o animal con los relaves, incluido el riesgo para el personal que trabaja en el depósito de relaves o en sus adyacencias. Un manual OMS también describe los procedimientos para el acceso por parte de terceros cuando esto sea necesario para usos tradicionales o en virtud de acuerdos con propietarios de tierras.

## 3.4 Mantenimiento

El mantenimiento incluye actividades preventivas, predictivas y correctivas que se llevan a cabo para facilitar la operación correcta y continua de toda la infraestructura. También puede incluir el ajuste de infraestructura de modo que garantice que la operación sea de conformidad con los objetivos de desempeño. El objetivo del mantenimiento es proporcionar medios preventivos y correctivos para alcanzar los objetivos de desempeño y gestionar el riesgo en todo el ciclo de vida de un depósito de relaves.

El componente de mantenimiento de un manual OMS identifica y describe:

- Toda la infraestructura (p. ej., civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación, etc.) comprendida en el alcance del manual OMS (consulte la [Sección 3.3](#)) que tiene requisitos de mantenimiento.
- Las actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Existen tres categorías de actividades de mantenimiento:

**Mantenimiento preventivo:** actividades planificadas y recurrentes de mantenimiento, llevadas a cabo con una frecuencia fija o aproximada y que, por lo general, no provienen de los resultados de las actividades de monitoreo. Los ejemplos incluyen:

- Cambio de aceite a intervalos regulares en una bomba de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Calibración y mantenimiento de instrumentos de monitoreo.

**Mantenimiento predictivo:** mantenimiento predefinido llevado a cabo en respuesta a los resultados de las actividades de monitoreo que miden la condición de un componente específico en comparación con los criterios de desempeño. Los ejemplos incluyen:

- El reemplazo de una sección de tubería de relaves basado en el monitoreo del espesor de la tubería.

- La eliminación de desechos de un aliviadero basada en la acumulación de desechos.
- El retiro de árboles de las presas y otros tipos de estructuras.

**Mantenimiento correctivo:** reparación de componentes del **depósito de relaves** para prevenir el deterioro adicional y garantizar su operación en conformidad con los objetivos de desempeño. La necesidad de mantenimiento correctivo se basa en las actividades de monitoreo, cuyos resultados identifican la exigencia y la urgencia del mantenimiento. Las acciones predefinidas basadas en los resultados del monitoreo y los criterios de desempeño (p. ej., TARP) pueden incluir actividades específicas de mantenimiento. Los ejemplos incluyen:

- Reparación de zanja de erosión.
- Rellenado de una sección de una presa u otra estructura de contención, por estar ella por debajo de la elevación de diseño.
- Desobstrucción de los drenajes de pie de presa.
- Reemplazo de una bomba rota o de una sección fallada de una tubería.

La distinción entre mantenimiento correctivo y predictivo puede ser arbitraria en ciertos casos. Sin embargo, ambas subrayan la importancia de garantizar que la sección de mantenimiento describe los procedimientos para el análisis y la comunicación oportunos de los resultados del monitoreo, de modo que las actividades de mantenimiento puedan llevarse a cabo.

Los requisitos de mantenimiento son informados por los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos. Por ejemplo, el análisis de las modalidades de fallo y sus efectos (FMEA, por sus siglas en inglés) combinado con una evaluación del tipo “*bow tie*” (consulte el Apéndice 1 de la Guía de relaves) puede usarse para identificar los requisitos para mantenimiento predictivo y preventivo. Este enfoque también puede usarse para identificar actividades potenciales de mantenimiento correctivo para eventos con una alta probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del depósito de relaves, como por ejemplo:

- Cortes de energía o fallas de comunicación.
- Incrustaciones de precipitado.
- Obstrucción de drenajes de pie de presa.
- Deterioro del estado del equipo de monitoreo.
- Daño provocado por animales que cavan o escarban.
- Zanjas de erosión.

En la Tabla 3 se ofrecen ejemplos de los componentes de un depósito de relaves cuya inclusión en el plan de mantenimiento específico de un sitio debe tenerse en cuenta.

Un manual OMS identifica las actividades de mantenimiento comprendidas en el alcance del manual y aquellas actividades de mantenimiento que podrían afectar el manejo de relaves y que se abordan en otros planes o procedimientos relacionados. En el caso de las actividades de mantenimiento que no se abordan en el manual OMS, este describe los roles, las responsabilidades y las comunicaciones que garanticen que tales actividades de mantenimiento se lleven a cabo de una forma coherente con los requisitos de manejo de relaves. Entre los ejemplos de actividades de mantenimiento no comprendidas en el alcance de un manual OMS se incluyen el mantenimiento de los siguientes elementos:

- Vías de acceso.
- Sistema y suministro eléctrico.
- Camiones para la construcción o el transporte de relaves filtrados.

- Filtros o espesadores de relaves.
- Tuberías.

**Tabla 3: Ejemplos de componentes de un depósito de relaves que pueden requerir mantenimiento**

Algunos de estos ejemplos, como el mantenimiento del equipo de monitoreo, se aplican a cualquier depósito de relaves. Otros ejemplos son específicos de ciertos tipos de instalaciones que utilizan tecnologías específicas (p. ej., cintas transportadoras o filtros).

<p><b>Transporte y descargue de relaves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Infraestructura de desagüe (p. ej., espesadores, filtros)</li> <li>■ Tuberías de relaves (p. ej., desgaste y espesor)</li> <li>■ Planta de pasta</li> <li>■ Bombas</li> <li>■ Cintas transportadoras</li> <li>■ Clasificadores</li> <li>■ Camiones transportadores</li> </ul>
<p><b>Contención de los relaves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Presas, terraplenes u otras estructuras de contención (p. ej., reparaciones debido a la erosión, retiro de vegetación no deseada)</li> <li>■ Drenajes</li> <li>■ Barreras contra filtraciones</li> </ul>
<p><b>Manejo de aguas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zanjas y derivaciones</li> <li>■ Instalaciones de almacenamiento de aguas asociadas (p. ej., estanques de recolección de filtraciones, estanques de sedimentación)</li> <li>■ Evaporadores</li> <li>■ Estructuras de control de aguas</li> <li>■ Tuberías</li> <li>■ Bombas, incluidas las de recuperación</li> </ul>
<p><b>Monitoreo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Instrumentos geotécnicos</li> <li>■ Equipo de monitoreo de la calidad del aire</li> <li>■ Instrumentación para datos meteorológicos</li> <li>■ Administración, acceso y retención de datos</li> </ul>
<p><b>Accesos y equipos requeridos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rutas, caminos</li> <li>■ Equipo pesado y vehículos livianos</li> <li>■ Suministro y transmisión de energía</li> <li>■ Infraestructura de comunicaciones</li> </ul>

### 3.4.1 Descripción de las actividades de mantenimiento

Para todas las categorías de las actividades de mantenimiento, un manual OMS describe (o enlaza a las referencias relevantes):

- La naturaleza de la actividad y los requisitos específicos de mantenimiento (p. ej., hace referencia a las especificaciones de mantenimiento de los fabricantes, los SOP).
- La ubicación de la infraestructura que requiere mantenimiento.
- Las calificaciones o competencias requeridas para llevar a cabo las actividades de mantenimiento (p. ej., debe ser electricista, debe contar con certificación para trabajar en espacios confinados).
- Peligros y procedimientos de seguridad.
- Personal o grupos responsables de llevar a cabo el mantenimiento.
- Recursos requeridos para llevar a cabo el mantenimiento (p. ej., equipos, materiales, personal).
- Procedimientos de comunicación asociados con las actividades de mantenimiento que afectan potencialmente a otras actividades:
  - p. ej., en el caso de las tareas de mantenimiento que requieren la interrupción del suministro eléctrico, qué otros elementos de la infraestructura se verán afectados, cuándo y por cuánto tiempo se verán afectados, y cuándo se restaurará el suministro y quién debe saberlo.
- Requisitos de seguimiento y documentación, como por ejemplo:
  - Seguimiento para garantizar que la actividad se completó oportunamente.
  - Documentación de la condición del equipo o de otras observaciones realizadas por el personal a cargo del mantenimiento.
  - Documentación que demuestre que la actividad se llevó a cabo correctamente.
  - Recomendaciones del personal a cargo del mantenimiento.
- Requisitos de la generación y presentación de informes:
  - Información a reportar.
  - Cómo debe reportarse la información.
  - A quién debe reportarse la información.
  - Los tiempos para hacer el reporte.

En el caso del mantenimiento preventivo, un manual OMS también describe la frecuencia con la que se deben llevar a cabo las actividades de mantenimiento.

En el caso del mantenimiento predictivo, un manual OMS también describe:

- Las actividades predefinidas de mantenimiento que se llevan a cabo basadas en los resultados de las actividades de monitoreo (p. ej., despeje de nieve, limpieza de desechos de los aliviaderos, etc.).
- Vínculos con las actividades de monitoreo, entre ellas:
  - Parámetros de monitoreo asociados.
  - Criterios de desempeño vinculados con la necesidad de efectuar el mantenimiento.
  - Procedimientos de comunicación para garantizar que los resultados de las actividades de monitoreo y las recomendaciones para el mantenimiento se documenten e informen de manera oportuna para que las actividades de mantenimiento puedan llevarse a cabo.

En el caso del mantenimiento correctivo, un manual OMS también describe:

- Eventos probables y creíbles basados en la evaluación del riesgo y los controles críticos.
- Para cada evento, las actividades de mantenimiento correctivo predefinidas.
- Actividades de monitoreo asociadas con tales eventos.
- Procedimientos de comunicación para garantizar que:
  - Los resultados de las actividades de monitoreo se documenten e informen oportunamente.
  - Se movilicen los recursos necesarios.
  - Se lleve a cabo el mantenimiento correctivo.
- Procedimientos para volver a la operación normal (si corresponden).

Aunque el mantenimiento correctivo y el predictivo se vinculan con los resultados del monitoreo, estas actividades de mantenimiento podrían incluir el mantenimiento de los instrumentos de monitoreo si los resultados del monitoreo indican que un instrumento dejó de funcionar o que no lo hace de manera confiable.

Un manual OMS identifica los materiales (p. ej., piezas, material filtrante, escolleras de protección) que deben mantenerse en el inventario en el sitio para evitar la demora en el mantenimiento de los componentes vinculados con los controles críticos. Además, los recursos identificados en los planes de respuesta a emergencias deben mantenerse en el inventario del sitio para el caso de que surja una emergencia.

Un componente clave de la planificación del mantenimiento es estar preparado para responder a interrupciones, incidentes o condiciones que requieran mantenimiento. Es importante, sin embargo, distinguir entre requisitos para mantenimiento y respuesta a emergencias: las acciones de mantenimiento no abordan situaciones de emergencia, las que quedan cubiertas por los planes de respuesta a emergencias.

### 3.4.2 Documentación asociada con el mantenimiento

Un manual OMS describe la información que se debe recopilar y registrar como parte de las actividades de mantenimiento. Se pueden incluir listas de verificación o formularios de informes en un manual OMS, o bien hacer referencia a ellos. Los ejemplos de documentación de mantenimiento incluyen:

- Registros de equipos
- Historial de trabajos
- Frecuencia y causa de los problemas
- Confiabilidad de los componentes
- Registros de control de calidad
- Registros de comunicaciones y actividades
- Resúmenes fotográficos o videos
- Inventarios de repuestos, materiales, herramientas y equipos
- Órdenes de cambio.

### 3.5 Monitoreo

El monitoreo implica la inspección y el monitoreo (es decir, la recopilación de observaciones y datos cualitativos y cuantitativos) de las actividades y la infraestructura en relación con el manejo de relaves. El monitoreo también incluye la documentación, el análisis y la comunicación oportuna de los resultados del monitoreo para aportar información a la toma de decisiones y verificar si se cumple con los objetivos de desempeño y de gestión de riesgos, incluidos los controles críticos. Los resultados del monitoreo se utilizan para identificar tendencias y comportamientos que indiquen el desempeño real del depósito de relaves.

Un programa de monitoreo eficiente:

- Es llevado a cabo por un rango de personal con responsabilidades directas e indirectas en relación con el manejo de relaves.
- Se aplica en todo el ciclo de vida de un depósito de relaves, a la vez que se adapta a las necesidades específicas de monitoreo de cada fase y a las condiciones cambiantes del sitio.
- Se basa en los objetivos de desempeño específicos del sitio y en el plan de gestión de riesgos.
- Se utiliza para comunicar la toma de decisiones relacionada con el manejo de relaves, basada en la generación y presentación de informes claros y oportunos de los resultados del monitoreo.

#### 3.5.1 Consideraciones de diseño para un programa de monitoreo

Las actividades de monitoreo deben estar sincronizadas con la intención de diseño, los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos, incluidos los controles críticos. Una falla al llevar a cabo el monitoreo de los parámetros necesarios o al hacerlo con una frecuencia inadecuada podría resultar en la no identificación de instancias en las que se deben tomar medidas. De manera similar, una falla al analizar e informar los resultados de manera oportuna podría resultar en medidas que se toman muy tarde, si acaso, lo que da lugar a la pérdida de control.

De otro lado, la recopilación de datos en demasía o innecesarios puede incrementar la carga del análisis de datos, aumentar la cantidad de datos que se deben almacenar y gestionar, subir los costos y generar distracciones. La recopilación de datos inútiles para entender el desempeño del depósito de relaves puede dificultar la comprensión de la "historia" que los datos describen, además de constituir un obstáculo a la hora de tomar medidas oportunas cuando se lo requiera.

Al diseñar o revisar un programa de monitoreo, se deben tener en cuenta las siguientes preguntas:

- ¿Que se necesita saber? ¿Por qué se necesita saberlo? ¿Qué información se desprenderá de estos datos?
  - ¿Qué información se necesita para comprender el desempeño del depósito de relaves?
  - ¿Cuáles son los objetivos, criterios e indicadores de desempeño para los controles de riesgo y controles críticos del depósito de relaves?
- ¿Quién necesita conocerlos y por qué?
  - En ciertos casos, diferentes unidades de negocio pueden necesitar los mismos datos, pero por distintos motivos y a distintas frecuencias. Por ejemplo, los responsables del procesamiento de minerales pueden necesitar saber, hora a hora, el tamaño de partículas del material que sale del circuito de molienda. Los responsables del manejo de relaves necesitan datos similares, pero con una frecuencia mucho menor.
- ¿Qué tipos de información se necesitan que puedan adquirirse mediante observación directa del depósito de relaves? Para este tipo de información:

- ¿Con qué frecuencia se deben realizar las observaciones o inspecciones para obtener la información necesaria?
- ¿Qué deben buscar las personas que observen o inspeccionen?
- Si ven algo que pueda ser de inquietud, ¿a quién deberían informárselo?
- ¿Qué tipos de información se necesitan que solo se puedan adquirir indirectamente, a través de la medición de parámetros asociados o del análisis de muestras? Por ejemplo, si necesita saber si las aguas atraviesan una presa de relaves, ¿qué se necesita medir?
  - ¿Qué metodologías pueden usarse para recopilar los datos necesarios para proporcionar esta información?
  - ¿Con qué frecuencia se los debe recopilar para proporcionar la información que se necesita?
- ¿Cómo se deben analizar estos datos? ¿Con qué frecuencia se los debe analizar para proporcionar la información que se necesita?
- ¿En qué formato se deben presentar los resultados para que permitan comprender lo que se desprende de su información, cómo se relaciona esto con otros tipos de información y qué dice esto acerca del desempeño del depósito de relaves?

El personal involucrado en el monitoreo debe comprender el rango esperado de observaciones o desempeño de los parámetros de monitoreo pertinentes a su rol, de manera que puedan identificar cualquier observación o desempeño que no se ajuste al rango esperado, lo que indica la posibilidad de contratiempos, condiciones de emergencia o pérdida de control. También deben comprender:

- Los requisitos de generación y presentación de informes en tales circunstancias.
- Las medidas predefinidas, si las hay, que deben tomar en tales circunstancias.

### 3.5.2 Actividades de monitoreo

Existen dos tipos de actividades de monitoreo, las que se analizan en profundidad a continuación:

- Observaciones e inspecciones en el sitio
- Monitoreo de instrumentos

Como se describe en la *Sección 2.3*, los resultados del monitoreo se usan para tomar decisiones informadas acerca del manejo de relaves. De por sí, los resultados se comparan con criterios de desempeño específicos, como lo que se definen para los controles críticos o los TARP. Un TARP puede desarrollarse e implementarse para definir niveles de activación para cada control crítico y operativo del depósito de relaves. Un TARP deberá brindar clara orientación sobre cómo reaccionar en las condiciones de desviación identificadas e informadas. Los resultados de las actividades de monitoreo pueden desencadenar acciones requeridas para mejorar o mitigar las condiciones observadas o para dar inicio al plan de respuesta a emergencias.

#### 3.5.2.1 Observaciones e inspecciones en el sitio

Las observaciones e inspecciones en el sitio se usan para identificar y registrar cambios visibles en el estado de un depósito de relaves. e incluyen observaciones directas a cargo del personal que trabaja en los depósitos de relaves o sus adyacencias. También pueden incluir observaciones desde helicópteros y transmisión en vivo de fotos o videos tomados desde vehículos aerotransportados no tripulados (UAV — por sus siglas en inglés—, drones y satélites) o cámaras de monitoreo. La Tabla 4 brinda ejemplos de ello.

Las observaciones e inspecciones in situ son parte integral del programa de monitoreo y pueden brindar el primer indicio de condiciones cambiantes o adversas, en particular cuando hay un nivel escaso o nulo de monitoreo de instrumentos o cuando se desarrollan condiciones adversas fuera del área de sensibilidad de los instrumentos disponibles.

**Tabla 4: Ejemplos de cambios que pueden observarse a través de las observaciones e inspecciones in situ**

<b>Cambios potencialmente relacionados con riesgos físicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cambios en el nivel del estanque y su bordo libre</li> <li>■ Evidencia de deformación o cambios en el estado de las presas u otras estructuras de contención (p. ej., protuberancias, grietas, cavidades)</li> <li>■ Evidencia de áreas de erosión recientemente formadas o en expansión</li> <li>■ Evidencia de sifonamiento o movimiento inesperado de aguas a través de presas u otras estructuras de contención</li> </ul>
<b>Cambios potencialmente relacionados con riesgos químicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evidencia de filtraciones recientes o de cambios en las filtraciones, y evidencia de cualquier cambio en las características de la filtración (p. ej., mayor turbidez, mayor cantidad de sólidos en suspensión en la filtración que la indicada)</li> </ul>
<b>Cambios relacionados con el transporte de relaves o aguas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Estado de las líneas de relaves, los grifos y la infraestructura asociada con el transporte y el descargue de relaves</li> <li>■ Estado de las bombas de relaves o de agua</li> <li>■ Cualquier indicio de fugas de las líneas de relaves o agua</li> <li>■ Estado de la infraestructura de recuperación de aguas (p. ej., barcaza de recuperación)</li> </ul>
<b>Cambios relacionados con la flora y la fauna</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evidencia de actividad de animales o cambios en ella (p. ej., aves que usan los estanques de relaves, madrigueras, animales pastando en áreas recuperadas)</li> <li>■ Cambios en la naturaleza o la extensión de la vegetación (p. ej., plántulas de árboles creciendo en una presa de relaves)</li> </ul>
<b>Cambios relacionados con los instrumentos de monitoreo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Estado de los instrumentos de monitoreo y de sus protecciones asociadas (p. ej., cubiertas, barreras para prevenir daños provocados por vehículos)</li> <li>■ Estado de las fuentes de alimentación de los instrumentos (p. ej., paneles solares dañados o líneas aéreas de electricidad)</li> <li>■ Estado de la infraestructura de comunicaciones asociada con los instrumentos (p. ej., daño en antenas)</li> </ul>

### Observación en el sitio

La observación en el sitio es llevada a cabo por todo el personal que trabaja en un depósito de relaves o sus adyacencias como parte de sus actividades diarias, lo que permite estar atento a las instalaciones en el curso del desempeño de sus tareas. Si bien es principalmente de naturaleza visual, la observación en el sitio puede incluir otros tipos de observaciones, como sonoras (p. ej., el sonido del agua que corre). El personal, incluidos quienes no tengan capacitación ni competencias especializadas en relación con el manejo de relaves (p. ej., operadores de equipos, personal de seguridad) debe recibir capacitación sobre observación en el sitio para garantizar que comprendan lo que es “normal” en el depósito de relaves y los tipos de cambio que, si se observan, deben documentarse e informarse.

Este enfoque de equipo respecto de la observación en el sitio puede ser muy valioso. Cada persona que observa un depósito de relaves puede hacer observaciones significativas, ya que quienes están día a día en contacto con las instalaciones por lo general no son especialistas en el manejo de relaves. Cambios o condiciones potencialmente adversas pueden desarrollarse rápidamente entre inspecciones.

Para el caso de una observación en el sitio, un manual OMS describe:

- Procesos y procedimientos para documentar observaciones
  - p. ej., se puede proporcionar al personal una lista de verificación con instrucciones para la documentación escrita y fotográfica de las condiciones observadas
- Procesos para generar y presentar informes con cualquier observación documentada.

### Inspecciones

Las inspecciones son llevadas a cabo por ingenieros u otro personal con capacitación y competencias apropiadas, y son más rigurosas que la observación in situ. Pueden hacerse por tierra o por aire, según el alcance y los objetivos de la inspección.

Las inspecciones de rutina se llevan a cabo de acuerdo con un programa predefinido (p. ej., una inspección semanal de las presas perimetrales) y pueden apuntar a objetivos específicos (p. ej., la inspección diaria de las tuberías de relaves). Su objetivo es identificar cualquier condición que podría indicar cambios en el desempeño del depósito de relaves y, por consiguiente, requiere seguimiento. De particular importancia son los eventos nuevos o los cambios notados en erosión, cavidades, ebulliciones, filtraciones, derrumbe o deslizamiento de taludes, asientos, desplazamientos o agrietamiento de los componentes estructurales, atasco de drenajes y pozos de alivio, etc.

Las inspecciones especiales se llevan a cabo durante (si es seguro y práctico hacerlo) y después de eventos inusuales o extremos que pueden afectar los depósitos de relaves (p. ej., grandes precipitaciones, vendavales, nieve derritiéndose rápidamente, eventos sísmicos, exceso de bordo libre mínimo). Los cambios significativos a las operaciones normales, la presencia de actividades de construcción en las cercanías y otros eventos inusuales también pueden activar inspecciones especiales.

En el caso de las inspecciones de rutina y las especiales, el manual OMS describe:

- El alcance y el objetivo de la inspección.
- La frecuencia con que se realizan las inspecciones de rutina (p. Ej., podría ser más de una vez por turno en el caso de ciertos tipos de inspecciones, o una frecuencia semanal, mensual o trimestral en otros casos).
- Las circunstancias que activarían la necesidad de inspecciones especiales.

- Las condiciones o aspectos que deben observarse como parte de la inspección.
- Los procesos y procedimientos para documentar, generar y presentar informes con los resultados de las inspecciones.

Inspecciones técnicas más amplias, que integren inspecciones y resultados del monitoreo de instrumentos, pueden ser llevadas a cabo por la(s) Persona(s) Responsable(s), otro personal calificado, el EoR, expertos externos o revisores independientes para tener una comprensión más completa del desempeño de los depósitos de relaves e identificar deficiencias en el desempeño u oportunidades de mejora. Tales inspecciones técnicas incluyen **inspecciones de seguridad de presas** (DSI, por sus siglas en inglés), **revisiones de seguridad de presas** (DSR, por sus siglas en inglés), **auditorías**, **evaluaciones de eficacia** y **revisiones independientes**.

Un manual OMS define la frecuencia y el alcance de las DSI, DSR y de cualquier otra inspección técnica.

### 3.5.2.2 Monitoreo de instrumentos

El monitoreo de instrumentos brinda información sobre parámetros o características que no pueden detectarse por medio de la observación o las inspecciones in situ (p. ej., movimiento de aguas subterráneas, calidad de las aguas), que no pueden observarse con suficiente precisión y exactitud (p. ej., el movimiento o asentamiento de una presa de relaves) o que se deben monitorear continuamente o con una alta frecuencia (p. ej., el monitoreo de las aves para activar sistemas de disuasión).

El objetivo del monitoreo de instrumentos es recopilar datos que puedan usarse para evaluar el desempeño de los depósitos de relaves en comparación con los objetivos e indicadores de desempeño, el plan de gestión de riesgos y los controles críticos para el depósito de relaves. El monitoreo de instrumentos y la observación e inspecciones en el sitio funcionan juntos como un conjunto de datos integral que permite evaluar el desempeño de los depósitos de relaves y ofrece una base para la toma de decisiones informadas. Todas las formas de monitoreo son esenciales; ninguna de ellas puede desestimarse si se deben cumplir los objetivos de desempeño y gestionar los riesgos.

En la Tabla 5 se ofrecen ejemplos de tipo de información que se puede recopilar mediante el monitoreo de instrumentos.

En el caso de monitoreo de instrumentos, un manual OMS describe:

- Los parámetros que deben incluirse como parte del monitoreo, incluidos los que no tienen relación directa con el depósito de relaves (p. ej., datos meteorológicos, monitoreo sísmico).
- La frecuencia de adquisición de datos para cada parámetro.
- Los instrumentos que deben utilizarse para cada parámetro.
- El responsable de la adquisición de datos para cada parámetro.
- Las ubicaciones de los instrumentos o de donde se deben tomar las muestras (p. ej., muestras de calidad de agua intersticial).
- Metodología y procedimientos para la adquisición de datos, incluidos los que se relacionan con la gestión de la calidad (p. ej., calibración de instrumentos, protocolos de recolección y preservación de muestras).
- Procesos y procedimientos para documentar los resultados del monitoreo de instrumentos y la interpretación de resultados.
- El responsable de documentar los resultados.

El diseño y la implementación del monitoreo de instrumentos debe considerar las implicaciones de las interrupciones en el proceso de adquisición de datos vinculadas con los controles críticos. Se deben desarrollar planes de contingencia para garantizar la continuidad de la adquisición de datos en caso de una interrupción (p. ej., daño o mal funcionamiento del instrumento, imposibilidad de acceder a la ubicación del instrumento o corte de energía).

### 3.5.3 Análisis de los resultados del monitoreo, comunicaciones y toma de decisiones

Para hacer un uso eficiente de los resultados del monitoreo en el manejo de relaves y en la toma de decisiones, estos deben cotejarse, examinarse, analizarse e informarse de manera oportuna y efectiva.

Para todas las actividades de monitoreo, un manual OMS describe:

- El rango esperado de observaciones o desempeño de los parámetros de monitoreo, de modo que cualquier resultado por fuera del rango pueda identificarse e informarse.
- Metodología y procedimientos para el análisis de datos, incluidas comparaciones con el desempeño esperado y los controles críticos.
- El responsable del análisis de datos para cada parámetro.
- El formato en que se deben informar los resultados del monitoreo y su análisis (p. ej., informe por escrito, gráfico, tabla).
- Los marcos de tiempo para el análisis de datos y la generación y presentación de informes.
- Los procedimientos para informar resultados si:
  - Las observaciones y el desempeño se mantienen dentro del rango esperado.
  - Alguna clase de observación o desempeño no se mantiene dentro del rango esperado.
- Quién es el responsable de generar y presentar un informe.
- A quién se le deben presentar los informes.

**Tabla 5: Ejemplos de información que puede recopilarse mediante el monitoreo de instrumentos**

<b>Recopilación directa de información</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Instrumentos en el depósito de relaves o sus adyacencias, que brindan información sobre movimientos (deformación y estabilidad) en el depósito, la presa u otras estructuras de contención; movimiento de las aguas a través de los depósitos de relaves o por debajo de ellas, y presión intersticial en el depósito de relaves y las presas u otras estructuras de contención.</li> <li>■ Instrumentos para medir las características in situ de los relaves, como la densidad y el grado de compactación.</li> <li>■ Instrumentos en la planta de procesamiento de minerales que brindan información sobre las características de los relaves (p. ej., tamaño de partículas y porcentaje de sólidos).</li> <li>■ Instrumentos para medir perfiles de temperatura en los depósitos de relaves, presas u otras estructuras de contención.</li> <li>■ Instrumentos para medir caudales de relaves y aguas en tuberías, y presión interna en tuberías.</li> <li>■ Instrumentos en el sitio y fuera de este para evaluar la calidad del aire (p. ej., cantidad de partículas en suspensión).</li> <li>■ Relevamientos realizados para medir: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cubierta de hielo o nieve.</li> <li>● Extensión de la cubierta de vegetación.</li> <li>● Batimetría de los estanques de relaves.</li> <li>● Pendiente de la playa.</li> <li>● Cota y pendiente de las presas y demás estructuras de contención.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Recopilación de información de sensores remotos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Radares por satélite usados para medir el movimiento o la deformación de las presas de relaves.</li> <li>■ Datos adquiridos a partir de reconocimientos aéreos (p. ej., escaneo LIDAR [detección y telemetría por ondas luminosas, por sus siglas en inglés] para generar mapas topográficos detallados).</li> </ul>
<b>Recopilación de información basada en análisis de laboratorio</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Análisis de calidad de aguas intersticiales de relaves, filtraciones, escorrentía de superficie, etc.</li> <li>■ Características químicas y mineralógicas de los relaves (p. ej., potencial de generación de ácido).</li> <li>■ Características de los materiales que se utilizarán para la construcción de presas u otras estructuras de contención.</li> </ul>
<b>Recopilación de información sin relación directa con el depósito de relaves, pero relevante para el manejo de relaves</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Datos meteorológicos.</li> <li>■ Monitoreo sísmico.</li> <li>■ Monitoreo de peligros, como el riesgo de avalanchas.</li> </ul>
<b>Recopilación de información relacionada con el desarrollo de las actividades de OMS:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Suministro de energía para bombas, instrumentos de monitoreo y otros elementos de infraestructura en relación con el manejo de relaves.</li> <li>■ Sistemas de comunicaciones, incluidas las comunicaciones con los instrumentos de monitoreo.</li> </ul>

Se puede aumentar la frecuencia de ciertas actividades de monitoreo si los resultados no se ajustan al rango esperado. Tal aumento de la frecuencia es una de las medidas predefinidas que deben tomarse. Además, puede haber otras circunstancias en las que sería apropiado aumentar la frecuencia del monitoreo (p. ej., el monitoreo de ciertos parámetros geotécnicos si un evento sísmico supera una magnitud especificada). Un manual OMS describe las condiciones en las que se debe aumentar la frecuencia de monitoreo de ciertos parámetros y las condiciones en las que se debe regresar a una frecuencia normal. También se identifica al personal responsable de tomar estas medidas y los requisitos de la generación y presentación de informes.

Al analizar y revisar los resultados del monitoreo, es importante evitar la estrechez de miras y considerar con cuidado la información que nos proporcionan. Quienes revisen los resultados tienen que ir más allá de los resultados potenciales que se identificaron por medio de la evaluación del riesgo y estar abiertos a la posibilidad de que la información provista por el monitoreo apunte a un riesgo potencial no previsto.

## 4 Vínculos con el plan de respuesta a emergencias

Como se describe en la Sección 5.2 de la Guía de relaves, el desarrollo y las pruebas de los planes de respuesta a emergencias (ERP, por sus siglas en inglés) son esenciales para un manejo de **relaves** responsable.

Una **emergencia** es una situación que supone un **riesgo** inminente o inmediato para la salud, la vida, los bienes o el medioambiente, y que requiere de intervención urgente para evitar o limitar los resultados adversos esperados.

Entre los ejemplos de posibles emergencias asociadas con los **depósitos de relaves** se incluyen:

- Fallas en pendientes y cimientos.
- Eventos de precipitación extrema.
- Terremotos.
- Desbordamiento a causa de tormentas o erosión de una tubería de relaves.
- Filtraciones.
- Erosión interna.
- Liberación descontrolada de agua.
- Un cambio repentino en los resultados del monitoreo de instrumentos a los que se identifica como por fuera del parámetro esperado, normal o cuestionable y que indica que cualquiera de las condiciones críticas anteriores (u otras modalidades de fallo potenciales) pueden ser inminentes.
- Otros eventos vinculados, por lo general, con la pérdida de uno o más **controles críticos**.

Las circunstancias que constituirían una emergencia son específicas del sitio. La definición de una emergencia que desencadenaría la implementación de medidas de respuesta a emergencias se vincula con el perfil de riesgo de los depósitos de relaves. Según la naturaleza de las modalidades de fallo y los controles, puede haber una transición rápida de las condiciones “normales” a unas de emergencia, o bien una serie de niveles de advertencia con medidas predefinidas para retener el control y evitar una emergencia. Así, al igual que en el desarrollo de un manual OMS, el desarrollo de un ERP es impulsado por la evaluación del riesgo del depósito de relaves, el plan de gestión de riesgos y los criterios de desempeño para controles críticos, **TARP**, etc.

Un ERP describe las medidas que el Propietario y, en ciertos casos, los actores externos tomarán en preparación de una emergencia, y para dar respuesta en el caso de que ella ocurra. Un ERP es, sin lugar a dudas, diferente de un manual OMS, aunque los vínculos entre ambos son muy estrechos. Un ERP describe:

- Emergencias potenciales y los impactos que podrían tener.
- Medidas en preparación para una emergencia potencial.
- Medidas para responder a situaciones de emergencia y para evitar o mitigar, en el sitio y fuera de este, los impactos ambientales y de seguridad asociados con las situaciones de emergencia.
- Procedimientos relacionados con el acceso al sitio y las comunicaciones en caso de una emergencia.
- Roles y responsabilidades.
- Procedimientos de notificación y sistemas de advertencia.

Un ERP debe ser desarrollado para cada depósito de relaves y se puede integrar con el ERP general para todo el sitio. Un ERP para depósitos de relaves puede estar incluido en un manual OMS, pero en muchos casos la mejor práctica puede ser mantener el ERP como un documento separado, para garantizar lo siguiente:

- Que sea fácilmente accesible en caso de que ocurra una emergencia.
- Que sea administrado y preparado por el personal/grupo(s) apropiado(s).
- Que se dirija a la audiencia correspondiente.
- Que se actualice con mayor facilidad basado en los resultados de la revisión y las pruebas a los planes.

Por lo general, los manuales OMS abordan las condiciones relacionadas con la operación normal o con contratiempos, en contraposición a las situaciones de emergencias, pero un manual OMS y un ERP para un depósito de relaves determinado deben estar alineados y el manual OMS debe contener la información necesaria para facilitar la transición de las condiciones normales o de contratiempo a una emergencia. En particular, un manual OMS tiene que describir, para cada situación de emergencia potencial plausible:

- El desempeño, los sucesos y las observaciones que tendrían lugar en caso de declararse una emergencia.
- Los roles y responsabilidades del personal clave durante una transición desde condiciones normales o de contratiempo a una emergencia.
- Las medidas que se deben tomar para hacer la transición desde las condiciones normales o de contratiempo hacia una situación de emergencia.

Tal vez no sea posible prever todas las situaciones potenciales de emergencia. Sin embargo, un manual OMS y el ERP deben ser lo suficientemente sólidos como para adaptarse a emergencias imprevistas.

## Glosario

**Acauntabilidad:** El deber de un individuo de responder ante sus similares y terceros por su propio desempeño y el del personal a su cargo, y con relación al cumplimiento de actividades o entregables específicos dentro de expectativas definidas. La persona quien lleva esta obligación puede delegar la responsabilidad por la finalización de una tarea o un entregable, pero no puede transferir su obligación asignada sobre el cumplimiento de dicha actividad y puede ser objeto de sanción.

**Auditoría:** análisis sistemático, formal y documentado de la conformidad de un depósito de relaves con criterios prescritos, acordados y/o explícitos, a menudo en la forma de requisitos estipulados en leyes, reglamentos o en el sistema de manejo de relaves del Propietario. Las auditorías evalúan y comunican el grado de conformidad con los criterios estipulados, con base en la recopilación sistemática y la documentación de evidencias pertinentes. Si bien las auditorías implican un cierto grado de valoración, no están diseñadas para determinar la causa raíz de las deficiencias ni para evaluar la eficacia del sistema de manejo.

**Autoridad:** poder de tomar decisiones, asignar responsabilidades o delegar la autoridad parcial o totalmente, según corresponda. Capacidad de actuar en representación del Propietario.

**Calidad:** el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con un requisito.

**Aseguramiento de la calidad (QA):** todas aquellas actividades sistemáticas y planificadas que se implementan para reafirmar que una entidad cumplirá con los requisitos de calidad.

**Control de calidad (QC):** actividades y técnicas operativas que se usan para cumplir con los requisitos de calidad.

**Ciclo de vida:** la sucesión de fases en la vida útil de un depósito de relaves que comprende la concepción y la planificación del proyecto, su diseño, construcción inicial, operación y construcción en curso, cierre y la fase posterior a dicho cierre. En algunos sitios, el ciclo de vida también puede incluir el cierre temporal. En el caso de los depósitos de relaves, el ciclo de vida, incluidos el cierre y su fase posterior, puede prolongarse décadas o siglos, a menos que el depósito se elimine en el futuro si los relaves se reprocesan o se reubican.

**Concepción y planificación del proyecto:** comienza al inicio de la planificación de una mina propuesta y se integra con la concepción y la planificación de todo el sitio, incluido el plan de la mina y los planes para el procesamiento de minerales. Esta fase implica el uso de herramientas rigurosas para la toma de decisiones que permitan respaldar la selección de la ubicación del depósito de relaves y la BAT que se empleará para el manejo de relaves.

**Diseño:** comienza una vez seleccionadas la ubicación y la BAT para el depósito de relaves, y se lleva a cabo en conjunto con la planificación detallada de todos los aspectos de la mina propuesta. Se preparan diseños de ingeniería detallada para todos los aspectos del depósito de relaves y la infraestructura asociada.

**Construcción inicial:** la construcción de estructuras e infraestructura que deben estar en vigor antes de que comience el descargue de relaves. Esto incluye, por ejemplo, el retiro de vegetación y suelos orgánicos, además de la construcción de presas iniciales, tuberías para relaves, rutas de acceso e infraestructura asociada para el manejo de aguas.

**Operaciones y construcción en curso:** los relaves se transportan y descargan en el depósito de relaves. Se pueden elevar las presas de relaves o se pueden agregar nuevas celdas para relaves según el diseño.

**Cuidado y mantenimiento durante el cese de actividades:** la mina ha suspendido sus operaciones comerciales y no se están descargando relaves en el depósito. El Propietario tiene pensado reanudar las operaciones comerciales en algún momento en el futuro, de modo que continúan las actividades de monitoreo en el depósito de relaves, pero no se retiran del servicio las instalaciones o la infraestructura asociada ni se implementa el plan de cierre.

**Cierre:** comienza cuando el descargue de relaves en el depósito se interrumpe permanentemente. El depósito y su infraestructura asociada se retiran de servicio y se implementa el plan de cierre, lo que incluye:

- La transición de las operaciones al cierre permanente.
- El retiro de la infraestructura, como las tuberías.
- Los cambios en el manejo o el tratamiento de las aguas.
- La remodelación o la reforestación de los relaves y las estructuras de contención u otros elementos estructurales.

**Fase posterior al cierre:** comienza cuando el trabajo de retiro del servicio está completo, el plan de cierre se ha implementado y el depósito de relaves ha pasado a la etapa de mantenimiento y monitoreo a largo plazo. Durante la fase posterior al cierre, la responsabilidad por el depósito de relaves podría transferirse al control jurisdiccional.

**Comunidades de interés (COI por sus siglas en inglés):** todas las personas y grupos que están interesados en las decisiones relacionadas con la administración de operaciones, o que creen que pueden verse afectados por estas. A continuación, se mencionan algunos, sin carácter restrictivo:

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

**Control crítico:** un control de riesgos fundamental para prevenir un evento de consecuencias importantes o mitigar sus consecuencias. La ausencia o la falla de un control crítico aumentarían significativamente el riesgo, a pesar de la presencia de otros controles. Los controles críticos pueden ser de naturales técnica, operativa o de gobernanza. La gestión de controles críticos es un enfoque de gobernanza para la gestión del riesgo con grandes consecuencias en relación con una operación o una actividad comercial.

**Controles de riesgo:** medidas implementadas para lo siguiente:

- Prevenir o reducir la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, o
- Reducir o mitigar las consecuencias negativas si el evento no deseado ocurre.

Los riesgos se deben gestionar mediante controles. A su vez, los controles de riesgo deben tener propietarios designados y acauntabilidades definidas. Algunos controles de riesgo se designan como controles críticos.

**Depósito de relaves:** conjunto de equipos, componentes y estructuras diseñadas en base a ingeniería para el manejo de sólidos de relaves y las aguas asociadas a estos depósitos —lo que incluye el agua intersticial, lagunas artificiales, aguas superficiales y escorrentía— además de otros residuos mineros tratados junto con los relaves (p. ej., roca estéril, residuos del tratamiento de aguas). Esto puede incluir estructuras, componentes y equipos para:

- La clasificación de los relaves mediante la gestión del contenido de agua en los sólidos (p. ej., ciclones, espesadores, filtros prensa).
- El transporte de los relaves al depósito (p. ej., tuberías, canales, cintas transportadoras, camiones).
- La contención de los relaves y aguas asociadas a estos (p. ej., presas, diques, pilas, sistemas de revestimiento, sistemas de cubierta).
- La gestión de filtraciones (p. ej., sistemas de drenajes subterráneos, estanques de recolección, pozos de bombeo).
- Sistemas de recuperación de agua (p. ej., los que bombean hacia la planta de procesamiento de minerales).
- La gestión de liberaciones de aguas superficiales acumuladas en el depósito de relaves (p. ej., derivaciones, estructuras de decantación, aliviaderos, salidas, canales, tratamiento de aguas).
- Estructuras, componentes y equipos para el monitoreo y el mantenimiento de depósitos de relaves.
- Controles mecánicos y eléctricos, y suministro de energía asociado con lo anterior.

**Director Ejecutivo Responsable:** persona a nivel ejecutivo (p. ej., CEO, COO, vicepresidente), designada por la Junta Directiva o el nivel de gobernanza, con acauntabilidad en el manejo de relaves y el desarrollo y la implementación de los sistemas necesarios para un manejo de relaves responsable. Esta acauntabilidad no puede delegarse. Este ejecutivo reporta directamente a la Junta Directiva u otro nivel correspondiente de gobernanza del Propietario. Además, el Director Ejecutivo con la acauntabilidad del manejo de los relaves tiene las siguientes responsabilidades:

- Debe estar informado de los resultados clave de las evaluaciones de riesgo de los depósitos de relaves y de cómo se están manejando estos riesgos.
- Tiene la acauntabilidad y la responsabilidad de poner en vigor una estructura de administración apropiada.
- Delega responsabilidad y autoridad para el manejo de relaves y define las responsabilidades, el nivel de autoridad y las relaciones jerárquicas del personal para implementar los sistemas necesarios para el manejo de relaves responsable a través de todas las fases del ciclo de vida de los depósitos de relaves.
- Demuestra ante la Junta Directiva o el nivel de gobernanza si los relaves se están manejando responsablemente..

**Emergencia:** una situación que supone un riesgo inminente o inmediato para la salud, la vida, los bienes o el medioambiente, y que requiere de intervención urgente para prevenir o limitar los resultados adversos esperados.

**Evaluación de la eficacia:** una evaluación de la eficacia implica más que determinar si se cumplió con una condición e incluye una evaluación del manejo de relaves para verificar que esté logrando los resultados previstos. Esta evaluación considera tanto el grado de avance de las actividades planificadas como también la medida del logro de los objetivos y los resultados deseados.

**Información documentada:** información importante que la organización debe controlar y mantener. El término "información documentada" puede hacer referencia al sistema de manejo de relaves y a sus procesos, documentos y registros.

**Ingeniero de registro:** con el objetivo de garantizar que un depósito de relaves sea seguro, el Propietario tiene la responsabilidad de identificar y contratar a un EoR, quien proporcionará dirección técnica en representación de aquel. El EoR verifica que el depósito de relaves (o sus componentes) haya sido:

- Diseñado de acuerdo con los objetivos e indicadores de desempeño y las pautas, normas y requisitos legales aplicables.
- Construido de acuerdo con la intención de diseño, los objetivos e indicadores de desempeño y las pautas, normas y requisitos legales aplicables, y que funcione durante todo el ciclo de vida del mismo modo.

En el caso de depósitos de relaves que incluyan estructuras o presas de contención, el EoR es responsable de las inspecciones de seguridad de la presa y de los informes asociados. El EoR también debe participar en las evaluaciones de riesgos de los depósitos de relaves y debe estar disponible para abordar las inquietudes de los revisores independientes y, en el caso de depósitos con estructuras de retención, para llevar a cabo las revisiones de seguridad de las presas. El EoR desempeña estas actividades como parte del proceso de aseguramiento más general del Propietario.

**Inspección de la seguridad de presas (DSI, por sus siglas en inglés):** inspección de una presa para observar su estado en relación con los objetivos de desempeño. La intención de una DSI es ser más exhaustiva que una inspección de rutina e incluye un examen visual detallado de la presa, instrumentación de monitoreo y una revisión de los resultados del monitoreo. El informe de una DSI puede incluir recomendaciones de mantenimiento, reparaciones, investigación o monitoreo adicional. Las DSI son llevadas a cabo en general por ingenieros. El ingeniero de registro también puede realizarlas.

**Mantenimiento:** incluye actividades preventivas, predictivas y correctivas que se llevan a cabo para facilitar la operación correcta y continua de toda la infraestructura (p. ej., civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación, etc.) o para ajustar la infraestructura de modo que garantice que la operación sea de conformidad con los objetivos de desempeño.

**Mejor tecnología disponible (BAT, por sus siglas en inglés):** una combinación de tecnologías y técnicas específicas del sitio que es económicamente viable reduce con mayor eficacia los riesgos a la reputación, financieros, sociales, ecológicos, geoquímicos y físicos asociados con el manejo de depósitos de relaves a un nivel aceptable en todas las fases del ciclo de vida, y respalda una operación minera factible en términos económicos y medioambientales.

**Mejora continua:** el proceso de estandarización y mejora progresivas y continuas para lograr un mejor desempeño de los sistemas ambientales y administrativos.

**Mejore práctica disponible/aplicable (BAP, por sus siglas en inglés):** sistemas de manejo, procedimientos operativos, técnicas y metodologías que, mediante la experiencia y la aplicación comprobada, han demostrado que pueden gestionar los riesgos de manera confiable y alcanzar los objetivos de desempeño de forma rentable y técnicamente adecuada. La BAP es una filosofía operativa que abarca la mejora continua y la excelencia operativa, y se aplica de manera uniforme durante la vida útil de los depósitos de relave, incluido el período posterior al cierre de estas.

**Monitoreo:** incluye la inspección y el monitoreo (es decir, la recopilación de observaciones y datos cualitativos y cuantitativos) de las actividades y la infraestructura en relación con el manejo de relaves. El monitoreo también incluye la documentación, el análisis y la comunicación oportuna de los resultados del monitoreo para aportar información a la toma de decisiones y verificar si se cumple con los objetivos de desempeño y de gestión de riesgos, incluidos los controles críticos.

**Operación:** incluye las actividades relacionadas con el transporte, la descarga y el almacenamiento permanente de relaves y, cuando corresponda, agua de proceso, efluentes y residuos, y la recuperación del agua de proceso. El término “operación” se aplica en todas las fases del ciclo de vida de un depósito de relaves y no se limita a la fase de operaciones y construcción continua durante el ciclo de vida, que es cuando los relaves se descargan activamente en el depósito. Como resultado, la operación también incluye actividades de reclamación y otras actividades relacionadas.

**Persona Responsable:** identifica el alcance de los requerimientos de trabajo y presupuesto (sujetos a aprobación final) para todos los aspectos del manejo de relaves, entre los que se encuentran los del ingeniero de registro, y delegará tareas y responsabilidades específicas para aspectos del manejo de relaves al personal calificado. La Persona Responsable tiene una responsabilidad claramente definida y asignada con respecto al manejo de relaves, además de las calificaciones apropiadas.

Como mínimo, el Propietario debe designar una Persona Responsable para cada depósito de relaves. También puede haber una Persona Responsable designada a nivel corporativo.

**Plan de respuesta a acción o comportamiento crítico (TARP, por sus siglas en inglés):** el TARP es una herramienta para gestionar los controles de riesgo, incluidos los controles críticos. El TARP ofrece niveles de respuesta predefinidos para los criterios de desempeño que se basan en los controles de riesgo y controles críticos del depósito de relaves. Los niveles de respuesta se desarrollan tomando como base los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos para el depósito de relaves. El TARP describe las medidas que deben tomarse si se superan los niveles de respuesta (el desempeño excede el rango normal), y así evitar una pérdida de control. Se predefine un rango de acciones basadas en la magnitud del exceso de nivel de respuesta.

**Procedimiento operativo estándar (SOP, por sus siglas en inglés):** es un conjunto de métodos establecidos o prescritos que se deben seguir habitualmente para mejorar el desempeño de las operaciones designadas o en situaciones indicadas. Pueden incluir procedimientos, normas, prácticas, protocolos, instrucciones, reglas, etc.

**Propietario:** compañía, sociedad o individuo que está en posesión legal o es el titular legal de un depósito de relaves en virtud de la ley dentro de la jurisdicción correspondiente donde se encuentra el depósito. Por ejemplo, la compañía, la sociedad o el individuo que poseen la mina que genera los relaves y el agua son dueños de esos relaves y pueden considerarse como el Propietario del depósito de estos.

En el caso de proyectos conjuntos o similares, puede haber más de una compañía involucrada en el rol de Propietario. En tales casos, el rol de Propietario comprenderá a todas las compañías representadas en la Junta Directiva e involucradas en la toma de decisiones.

El término “Propietario” abarca a todos los empleados que actúan en representación de aquel.

**Relaves:** subproductos de la minería generados durante los procesos de separación del material de valor de su roca o suelo de origen. También son referidos comúnmente como jales o cola

**Requisito legal:** cualquier ley, estatuto, ordenanza, decreto, requisito, orden, sentencia, regla o reglamento emitido por cualquier autoridad gubernamental, y los términos de cualquier licencia o permiso otorgados por esta.

**Responsabilidad:** deber u obligación de una persona u organización a realizar una tarea asignada de acuerdo con las expectativas definidas y que tiene una consecuencia en caso de no cumplir con tales expectativas. La persona u organización con responsabilidad debe responder ante la persona que le delegó tal responsabilidad.

**Revisión de la seguridad de presas (DSR, por sus siglas en inglés):** revisión y evaluación sistemática, realizada en intervalos programados, de todos los aspectos del diseño, construcción, operación, mantenimiento, monitoreo y otros procesos y sistemas relevantes que afectan a una presa para evaluar los criterios de diseño con referencia a las normas actuales, el cumplimiento operativo de la intención de diseño, la estabilidad y funcionalidad de la presa, y para identificar medidas de remediación apropiadas.

**Revisión independiente:** proporciona comentarios, asesoramiento y, potencialmente, recomendaciones independientes, objetivas y expertas para ayudar a identificar, comprender y gestionar los riesgos asociados con los depósitos de relaves. Esta información se proporciona al Propietario para lo siguiente:

- Facilitar decisiones de gestión informadas con respecto al depósito de relaves para que los riesgos relacionados con los relaves se gestionen de manera responsable y de acuerdo con un estándar de atención aceptable.
- Garantizar que el Director Ejecutivo Responsable tenga una opinión de terceros sobre los riesgos, sobre el estado del depósito de relaves y sobre la implementación del sistema de manejo de relaves, independientemente de los equipos (empleados, consultores y contratistas) responsables de la planificación, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de los depósitos de relaves.

**Riesgo:** impacto potencial negativo, perjudicial para las operaciones, infraestructura, el medio ambiente o la salud o la seguridad públicas, que puede surgir a raíz de un proceso actual o de un hecho futuro. Al evaluar un riesgo, se consideran tanto la gravedad y la consecuencia potenciales del impacto como la probabilidad de que ocurra.

## Apéndice 1: Ciclo de vida de un manual OMS

Como se establece en la [Sección 2.1.3](#), un manual OMS debe estar en vigor y listo para su implementación al comienzo de la fase de operaciones y construcción en curso. Sin embargo, existen importantes consideraciones en relación con el desarrollo, la implementación y las actualizaciones de un manual OMS a lo largo del ciclo de vida de un depósito de relaves, desde la concepción y la planificación del proyecto a la fase posterior a su cierre.

### Fase conceptual y de planificación del proyecto

El resultado de la fase conceptual y de planificación del proyecto es la identificación de una alternativa única al manejo de relaves que represente la combinación óptima de tecnología de manejo de relaves y ubicación del depósito de relaves.

En el caso de nuevos depósitos de relaves o de la ampliación de la vida útil de un depósito existente, el desarrollo de un plan conceptual para OMS deberá comenzar durante la fase conceptual y de planificación del proyecto. La intención en esta fase no es desarrollar un manual OMS detallado; esto no estaría en sintonía con el proceso general de planificación y diseño. En cambio, el objetivo es tener en cuenta, a un nivel superior, los requisitos de OMS para cada alternativa al manejo de relaves considerada en esta fase.

Esto facilita el desarrollo de un manual OMS que esté alineado con el plan de gestión de riesgos, el plan de cierre y el uso final de las tierras luego del cierre, y que sea apropiado para la ubicación del depósito y las tecnologías que se utilicen. También facilita tener en cuenta las actividades conceptuales de OMS en el contexto de las alternativas en consideración, lo que brinda una oportunidad para identificar los desafíos potenciales de OMS que podrían estimarse en la decisión respecto de la tecnología de manejo de relaves o la selección de la ubicación del depósito, o bien evitarse mediante el perfeccionamiento del diseño de los depósitos de relaves.

### Fase de diseño

Durante la fase de diseño, los aspectos relevantes de la construcción y operación prevista del depósito de relaves se planifican y diseñan en detalle. En algunos depósitos de relaves puede haber más de una fase de diseño a lo largo de su ciclo de vida. Durante la fase de diseño se deben identificar los requisitos específicos para cada fase del ciclo de vida y se debe desarrollar una versión preliminar del manual OMS. Esta versión del manual ofrece la base para el OMS en todo el ciclo de vida del depósito.

Se recomienda que la versión preliminar del manual OMS incluya los componentes (p. ej., módulos de acuerdo con la [Sección 2.4.2](#)) para cada fase subsiguiente del ciclo de vida, dado que los requisitos de OMS para cada fase serán diferentes. Esto incluye:

- Un módulo detallado para la construcción inicial si el Propietario intenta aplicar OMS en esta fase.
- Un módulo detallado para la fase de operaciones y construcción en curso.
- Módulos para la fase de cierre y su fase posterior, desarrollados con un nivel de detalle proporcional con el nivel de detalle del plan de cierre.
- Un módulo que aborde la suspensión temporal de las operaciones mineras y de las actividades de cuidado y mantenimiento asociadas del depósito de relaves.

Durante la fase de diseño, el equipo de desarrollo del manual OMS deberá considerar cuidadosamente las necesidades de monitoreo (incluida la consideración del plan de gestión de riesgos y los controles críticos) e identificar métodos y tecnologías de monitoreo. Es fundamental que la planificación del monitoreo comience antes de la fase de construcción inicial, ya que puede ser necesario instalar determinados instrumentos de monitoreo y que algunas actividades de monitoreo comiencen durante esta fase.

### **Fase de construcción inicial**

Como se indica en la *Sección 2.1.3*, algunos Propietarios pueden optar por desarrollar e implementar OMS durante la fase de construcción inicial. Las actividades de OMS para esta fase serían distintas y, aunque algunas continuarían durante la fase de operaciones y construcción en curso, este sería un componente o módulo de OMS separado. En ese momento, este módulo podría eliminarse del manual OMS y archivar. Sin embargo, es esencial que la información de monitoreo y la de las condiciones “conforme a obra” se conserve y que se pueda acceder a ella, según sea necesario, a lo largo de las fases siguientes del ciclo de vida.

Durante la fase de construcción inicial, el módulo OMS para la fase de operaciones y construcción en curso puede mejorarse y actualizarse para que refleje, en particular, las condiciones “conforme a obra”, los resultados del monitoreo y todo cambio a otros aspectos relevantes de las operaciones, como las mejoras a los planes de procesamiento de minerales a medida que la planta correspondiente se construya y ponga en servicio.

### **Fase de operaciones y construcción en curso**

La transición desde la fase de construcción inicial a la de operaciones y construcción en curso puede ser un período particularmente dinámico en el ciclo de vida del depósito, por lo que el manual OMS deberá actualizarse en consecuencia e implementarse a lo largo de esta transición.

Durante la fase de operaciones y construcción en curso, se deben actualizar y refinar los módulos para las fases de cierre y su fase posterior a medida que se desarrolle y perfeccione el plan de cierre en mayor detalle. Estas actualizaciones también deberán reflejar el estado de las actividades progresivas de recuperación que se han llevado a cabo.

Si la compañía espera prolongar la fase de operaciones y construcción en curso del ciclo de vida del depósito por varias décadas, entonces los módulos del manual OMS para la fase de cierre y su fase posterior pueden ser más conceptuales que en el caso de que se espere que el depósito ingrese a la fase de cierre en una década como máximo. Al mismo tiempo, sucesos imprevistos pueden afectar el cronograma de cierre de la mina, por lo que se debe reflejar cierta forma de planificación de cierre/ poscierre desde una perspectiva de OMS a lo largo del ciclo de vida del depósito de relaves, al menos a un nivel conceptual.

A medida que se aproxima el cierre permanente del depósito, el plan de cierre y el módulo del manual OMS para la fase de cierre deben finalizarse para garantizar una transición sin problemas y una gestión de riesgos apropiada durante esta fase, así como también una gestión eficiente del cambio a medida que cambien el personal y los contratistas.

Con la finalización permanente de la fase de operaciones y construcción en curso, los módulos de OMS para esta fase y para la suspensión temporal pueden eliminarse del manual OMS y archivar.

### **Suspensión temporal de las operaciones**

El manual OMS deberá abordar la posibilidad de suspensión temporal de las operaciones mineras y de las actividades de cuidado y mantenimiento asociadas del depósito de relaves. Esto deberá incluir actividades de OMS en caso de una emergencia a corto plazo, como la suspensión (p. ej., debido a incendios forestales muy próximos a las instalaciones) y en caso de una suspensión a largo plazo y de duración desconocida (p. ej., debido a una baja en el precio de las mercancías). Es posible que este componente del manual OMS nunca se implemente, pero tener un plan de OMS en caso de una suspensión temporal es fundamental para garantizar que los riesgos se gestionen en forma apropiada durante esta transición, que puede ser bastante repentina, y durante el período de suspensión. Este componente del manual OMS deberá, además, abordar el reinicio de las operaciones.

### **Fase de cierre y fase posterior**

El manual OMS para la etapa de posproducción deberá abordar las actividades de OMS para las fases de cierre y su fase posterior. Este es un aspecto importante que no se debe subestimar ni aplazar su desarrollo hasta un momento cercano al cierre. Como se describe en la Sección 2.2.4 de la Guía de relaves, el diseño y la operación del cierre de depósitos de relaves es una herramienta clave para la gestión del riesgo luego de la suspensión de las operaciones, el cumplimiento de los objetivos de cierre y uso final planificado de las tierras después del cierre. El manual OMS deberá reflejar la evolución del plan de cierre, desde la fase conceptual y de planificación del proyecto hasta el final de las operaciones. Es importante garantizar que las actividades de OMS durante la fase de operaciones y construcción en curso sean coherentes con el plan de cierre, creen las bases para implementarlo, y aborden las actividades progresivas de recuperación que se deben implementar antes del cierre.

Las actividades de OMS para la fase de cierre serán diferentes. Algunas, como ciertas actividades de mantenimiento y monitoreo, continuarán luego de la fase de operaciones y construcción en curso. Algunas actividades de OMS llevadas a cabo durante las fases previas no serán relevantes para la fase de cierre mientras que otras pueden ser exclusivas de esta fase, como las que están asociadas con el retiro de la infraestructura.

Durante la fase de cierre, el módulo de OMS para la fase posterior deberá actualizarse y mejorarse de modo que refleje las condiciones de cierre reales.

Al final de la fase de cierre, el módulo de OMS para esa fase puede eliminarse del manual y archivarse.

El componente del manual OMS para la fase posterior al cierre tiene una perspectiva de muy largo plazo, aunque se lo debe revisar y actualizar periódicamente, con base en los resultados de las actividades de mantenimiento y monitoreo y los cambios en las condiciones.

Para la fase posterior al cierre, el manual OMS deberá tener en cuenta los requisitos asociados con la posible cesión del depósito de relaves a la esfera de responsabilidad del gobierno. En tal caso, el manual OMS y demás registros serían entregados a las autoridades gubernamentales responsables para garantizar una gestión apropiada de los riesgos durante esa transición y proporcionar la información necesaria para dar cuenta de la gestión de riesgos apropiada luego de la cesión.

## Apéndice 2: Ejemplos de controles críticos para actividades de OMS

Como se describe en la Sección 4.4.3 de la Guía de relaves, la designación de controles críticos es una actividad específica de cada Propietario y cada depósito de relaves. Los controles de riesgo normalmente se designan como controles críticos en los siguientes casos:

- Si la implementación del control reduciría considerablemente la probabilidad o consecuencia de un evento o condición no deseados que supongan un riesgo inaceptable.
- Si la eliminación o la falla del control aumentarían considerablemente la probabilidad o consecuencia de un evento o condición no deseados que supongan un riesgo inaceptable, a pesar de la presencia de otros controles.
- Si el control previniese más de una modalidad de falla o mitigaría más de una consecuencia.
- Sí otros controles dependen del control en cuestión.

A continuación, se ofrecen ejemplos de controles críticos posibles para las actividades de OMS.

### Operación

- Longitud mínima de la playa
- Propiedades adecuadas de los relaves (densidad del mineral triturado y contenido de finos)
- Longitud máxima de la playa (en caso de que el manejo de polvos sea una necesidad)
- Ubicación de la tubería de relaves desde la coronación de la presa (prevenir la erosión de la coronación si la tubería se rompe)
- Elevación mínima de la coronación de la presa para garantizar un bordo libre de seguridad adecuado
- Patrones de descargue de relaves para evitar una cantidad excesiva de finos
- Compactación de la playa de relaves
- Tasa máxima de elevación: mensual/anual
- Bordo libre mínimo
- Tasas mínimas de decantación y tratamiento de aguas
- Recursos para respuesta a emergencias

### Mantenimiento

- Reparación de la coronación de la presa
- Reparación del canal de erosión
- Eliminación de la erosión de la pendiente de relaves provocada por la infraestructura de drenaje
- Disponibilidad del acceso (retiro de la nieve)
- Ciclo de movimiento o reemplazo de la línea de relaves
- Mantenimiento de zanjas/eliminación de sedimentos
- Sistema de decantación del estanque de relaves (condiciones normales y de emergencia)

**Monitoreo**

- Tipos de instrumentos apropiados y su separación
- Niveles de alarma definidos para los instrumentos
- Frecuencias de lectura definidas para los instrumentos
- Alarmas de ruptura de tuberías (monitoreo visual, caudal y presión)
- Niveles del estanque de relaves
- Precipitaciones y nieve acumulada
- Configuraciones y velocidades de decantación
- Velocidad y turbiedad de las filtraciones

**Gestión**

- Roles y responsabilidades definidos
- Presupuesto definido
- Autorizaciones de construcción (descargue de rellenos o excavación)
- Protocolos para abordar la gestión de condiciones o problemas inusuales o con contratiempos
- Planes de respuesta a emergencias

## Apéndice 3: Planes de respuesta a acciones o comportamientos críticos

Los resultados del monitoreo se usan para tomar decisiones informadas acerca del manejo de relaves. Estos resultados pueden ser usados en un plan de respuesta a acción o comportamiento crítico (TARP, por sus siglas en inglés) que tiene niveles de respuesta para indicadores de desempeño, basados en los controles críticos del depósito de relaves. Los controles críticos y sus niveles de respuesta se desarrollan tomando como base los objetivos de desempeño y el plan de gestión de riesgos para el depósito de relaves.

Los TARP describen las medidas predefinidas de gestión de riesgos que deben tomarse si se superan los niveles de respuesta (el desempeño excede el rango normal) para evitar una pérdida de control.

En los TARP, se describe una serie de niveles de riesgo cualitativos ascendentes para cada indicador de desempeño. Además, hay medidas de gestión de riesgos predefinidas para cada indicador de desempeño y nivel de riesgo. El número de niveles de riesgo depende del indicador de desempeño, el plan de gestión de riesgos y el control crítico asociado. El siguiente es un ejemplo de un marco de cuatro niveles de riesgo:

- **Verde: situación aceptable.** El desempeño y sus objetivos concuerdan.
- **Amarillo: situación de riesgo bajo.** Puede haber una medida de gestión de riesgos predefinida que pueda tomarse, o bien la medida predefinida puede ser aumentar la frecuencia de monitoreo y análisis. Pueden llevarse a cabo otras actividades de monitoreo. Los resultados del monitoreo y las medidas correspondientes se documentan e informan.
- **Naranja: situación de riesgo moderado.** Se implementan las medidas de gestión de riesgos predefinidas. Pueden intensificarse las actividades de monitoreo para controlar el indicador de desempeño en cuestión, los criterios de desempeño relacionados y la eficacia de la medida de gestión de riesgos implementada. Puede solicitarse asesoramiento experto, incluido el del diseñador y el EoR, según corresponda. Se implementan las medidas de gestión de riesgos y los resultados de las actividades de monitoreo de seguimiento se documentan e informan. La acumulación o combinación de situaciones de riesgo moderadas podría dar lugar a una situación de alto riesgo. En este caso, los umbrales de riesgo deberán evaluarse en consecuencia.
- **Rojo: situación de alto riesgo.** La pérdida de control es inminente o ha ocurrido. De acuerdo con las consecuencias potenciales, esto podría activar una medida de gestión de riesgos predefinida muy significativa (p. ej., la suspensión de las operaciones de procesamiento de minerales) o la implementación del ERP. Es importante notar que la acumulación o combinación de situaciones de riesgo moderadas podría dar lugar a una situación de alto riesgo. En este caso, los umbrales de riesgo deberán evaluarse en consecuencia.

El concepto de definición de niveles de riesgo se ilustra en la Figura A.3.1.

El proceso general para establecer los TARP es similar al descrito en la [Sección 2.2.2](#) para los controles críticos:

- Definir los peligros o las modalidades de fallo.
- Para cada modalidad de fallo, definir los niveles de riesgo.
- Describir las medidas predefinidas para cada nivel de respuesta.

En la Tabla A.3.1 se muestra un ejemplo de TARP con indicadores de desempeño en relación con los controles críticos para un depósito de relaves. Debe notarse que la información que se muestra en el TARP de ejemplo no es exhaustiva ni hecha a la medida de ningún sitio específico. Los controles de riesgo para los que se desarrollan los TARP, los indicadores y criterios de desempeño, los niveles de riesgo, las medidas predefinidas y los procedimientos de notificación se determinan según el sitio específico.

Figura A.3.1: Ilustración del concepto de definición de niveles de riesgo para establecer los TARP.

Tenga en cuenta que el desempeño para un parámetro dado puede no tener una distribución normal y que el desempeño puede ubicarse en el extremo superior o inferior de la curva, lo que se define como por fuera de una situación aceptable (p. ej., el bordo libre detrás de una presa de relaves).

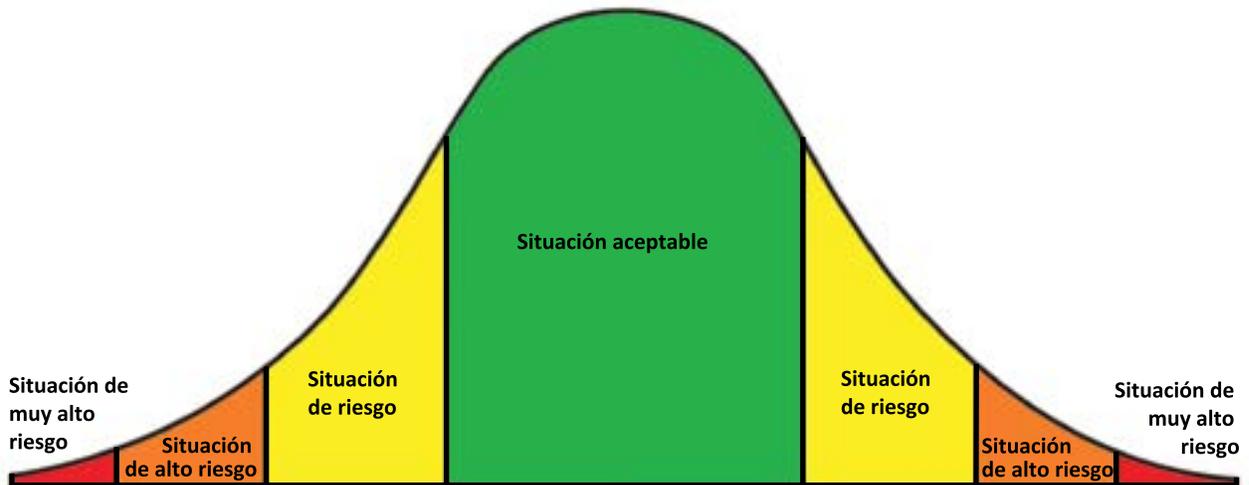


Tabla A.1.1: TARP de ejemplo con indicadores de desempeño en relación con los controles críticos y las medidas predefinidas para diversos niveles de riesgo.

Indicador/ Control	Situación aceptable	Situación de riesgo	Situación de alto riesgo	Situación de muy alto riesgo
Bordo libre del depósito de relaves	Nivel de agua estable y por debajo del máximo nivel operativo	El nivel de agua excede el máximo nivel operativo pero permanece por debajo del 50% del máximo volumen de almacenamiento de emergencia	El nivel de agua excede el 50 % del máximo volumen de almacenamiento de emergencia	El nivel de agua excede el máximo volumen de almacenamiento de emergencia
Longitud de la playa	Dentro de los requisitos de diseño	Se infringe la longitud mínima de la playa durante menos de 1 semana por trimestre.	Se infringe la longitud mínima de la playa durante menos de 1 semana por mes.	Se infringe la longitud mínima de la playa durante más de 2 semanas consecutivas.
Desplazamiento, desprendimiento o abultamiento de la coronación de la presa o de la pendiente aguas abajo	No es visible. Los resultados del monitoreo se encuentran dentro de los límites de diseño y del rango de tendencias históricas.	Desplazamiento, desprendimiento o abultamiento visible. Los resultados del monitoreo superan el rango de tendencias históricas.	Desplazamiento del pie de presa relacionado con el desprendimiento. Abultamiento de la pendiente aguas abajo > 0,5 m de altura. Los resultados del monitoreo superan continuamente el rango de tendencias históricas.	Desplazamiento del pie de presa relacionado con el desprendimiento en > 3 m respecto de la ubicación original. Abultamiento de la pendiente aguas abajo > 2 m de altura.
Cavidades en la coronación de la presa o en la pendiente aguas abajo	No visible.	Visible	Diámetro de la cavidad > 0,5 m	Diámetro de la cavidad > 1 m
Filtraciones a través de la presa	La filtración es limpia. Se registra filtración en ubicaciones históricas. La velocidad de filtración está dentro de los límites de diseño y el rango de tendencias históricas.	La filtración es turbia. Se registra filtración en nuevas áreas en relación con resultados históricos. La filtración es superior a las tendencias históricas.	Lo mismo que en la situación anterior, pero con un aumento en la velocidad de filtración actual en comparación con las tendencias históricas.	La acumulación o combinación de situaciones de riesgo moderadas podría dar lugar a una situación de alto riesgo. En este caso, los umbrales de riesgo deben evaluarse en consecuencia.
<b>Ejemplos de medidas predefinidas</b>				
	Actividades de monitoreo y su frecuencia de acuerdo con el manual OMS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor frecuencia de monitoreo.</li> <li>• Presentación inmediata de los resultados del monitoreo al EoR para su revisión.</li> <li>• Visita del EoR al sitio para evaluar la situación.</li> <li>• Documentación de la ubicación, fotografías y relevamiento del área de inquietud.</li> <li>• Identificación de causa(s) potencial(es).</li> <li>• Implementación de una revisión de ingeniería.</li> <li>• Planificación y aplicación de medidas adecuadas de mitigación con la revisión de ingeniería.</li> </ul>	<p>Todos los elementos de la situación anterior, más lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suspensión de actividades en el área de inquietud.</li> <li>• Reevaluación de umbrales y condiciones para la situación de alto riesgo teniendo en cuenta las condiciones observadas y las interacciones entre elementos diversos.</li> </ul>	<p>Todos los elementos de la situación anterior, más lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuación temporal del personal no esencial del depósito de relaves.</li> <li>• Preparación para dar inicio al ERP.</li> </ul>

Indicador/ Control	Situación aceptable	Situación de riesgo	Situación de alto riesgo	Situación de muy alto riesgo
<b>Personal notificado</b>				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persona Responsable</li> <li>• Gerente de la planta de proceso</li> <li>• Gerente de medioambiente</li> <li>• EoR</li> </ul>	Todo el personal de la situación anterior, más lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades de interés</li> <li>• Autoridades regulatorias</li> </ul>	Todo el personal de la situación anterior, más lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisores independientes</li> <li>• Director Ejecutivo Responsable</li> <li>• Servicios de emergencias</li> <li>• Personal de respuesta a emergencias</li> </ul>	Todo el personal de la situación anterior.

## Apéndice 4: Descripción general del método observacional

El método observacional es el enfoque de diseño más utilizado en ingeniería geotécnica, que a veces se aplica durante las fases de construcción y operativo del ciclo de vida de un depósito de relaves. Cuando se lo aplica correctamente, se transforma en una consideración clave en el desarrollo de los controles críticos o TARP documentados en el manual OMS para el depósito de relaves.

En el caso de depósitos de relaves de minas que se diseñan, construyen y operan utilizando el método observacional, el programa de monitoreo es un componente central. Baecher y Christian (2003) ofrecen un resumen de los aspectos esenciales del método observacional:

“El método observacional parte del hecho de que, en muchas aplicaciones geotécnicas, no es factible suponer valores muy moderados de las cargas, las propiedades de los materiales y los diseños para tales condiciones. El diseño resultante es, a menudo, imposible de construir desde el punto de vista físico o financiero. En cambio, el ingeniero formula estimaciones razonables de los parámetros y las cantidades por las cuales podrían desviarse de los valores esperados. Entonces, el diseño se basa en los valores esperados —o en cierta ampliación moderada pero factible de los valores esperados— pero se hacen provisiones para las medidas que se deben tomar si las cargas o las resistencias no se ajustan al rango de diseño. Durante la construcción y la operación del depósito, se realizan observaciones de su desempeño para poder tomar medidas correctivas apropiadas. Esto no se limita simplemente a diseñar en función de un conjunto esperado de condiciones y hacer algo para solucionar cualquier problema que pueda surgir. Esto implica tener en cuenta los efectos del rango posible de valores de los parámetros e implementar un plan para manejar los sucesos que no se ajustan al rango esperado. Esto requiere la participación continua de los diseñadores durante la construcción y la operación de las instalaciones”.

Para aplicar el método observacional como corresponde, se deben comprender el comportamiento previsto de la estructura (deformaciones, presiones de agua intersticial, etc.), el rango de desviaciones potenciales respecto del comportamiento previsto y las causas probables de tales desviaciones. Se requiere contar con un modelo de ingeniería (matemático o conceptual) que se ponga a prueba regularmente comparándolo con las observaciones del monitoreo.

El método observacional puede ser aplicable a los componentes físicos (estructurales) de un depósito de relaves, como la estabilidad general, así como también a los controles ambientales, como la mitigación de filtraciones.

Peck (1969) y Morgenstern (1994) notan inconvenientes en la aplicación del método observacional:

- El ingeniero debe seleccionar por anticipado los cursos de acción apropiados para todas las desviaciones previsible respecto de las condiciones reales y concebir soluciones a todos los problemas que puedan surgir, pero ni las desviaciones ni los problemas se revelarían hasta tanto no se realicen las observaciones en campo. Si esos problemas hipotéticos no pueden resolverse, el diseño debe basarse en las condiciones menos favorables y el propietario no puede aprovechar las ventajas en costo o tiempo asociadas con el método observacional.
- Si los fenómenos que rigen el desempeño del sistema son complejos, se requiere un esfuerzo adicional al diseñar el sistema de monitoreo como para evitar medir cantidades incorrectas y sacar conclusiones equivocadas respecto del desempeño del sistema.

El método observacional no puede aplicarse en aquellos casos en que el mecanismo de fallo es frágil (p. ej., licuación estática o dinámica de los elementos críticos de estabilidad de las instalaciones) y podría evolucionar más velozmente que lo que podría notarse o que la respuesta que podría darse con medidas de contingencia, o en casos en que otras limitaciones físicas o económicas impedirían la aplicación oportuna y eficaz de las medidas de contingencia.

**Referencias:**

Baecher y Christian. 2003. *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering* (Confiabilidad y estadística en ingeniería geotécnica). Wiley.

CEN. Estándar europeo (EN) 1997-1:2004 Eurocode 7: Diseño geotécnico - Parte 1: Reglas generales. Comité Europeo de Normalización, Bruselas, 2004.

Christian, J.T. 2004. *Geotechnical Engineering Reliability: How Well Do We Know What We Are Doing?* (Confiabilidad en ingeniería geotécnica: ¿Cuán bien sabemos lo que estamos haciendo?) *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASC (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles, por sus siglas en inglés). 130(10): 985-1003.

Morgenstern, N.R. 1994. *The observational method in Environmental Geotechnics* (El método observacional en la geotécnica ambiental). Primer Congreso Internacional sobre Geotécnica Ambiental, Edmonton, Canadá. 963-976.

Peck, R.B. 1969. *Advantages and Limitations of the Observational Method in Applied Soil Mechanics* (Ventajas y limitaciones del método observacional en la mecánica de suelos aplicada). *Géotechnique*. 19(2): 171-187.

## Apéndice 5: Fuentes de información del manual OMS

La información necesaria para el desarrollo de un manual OMS puede extraerse de una diversidad de fuentes. El diseño conceptual y el plan de cierre conceptual, y más adelante el diseño detallado, así como también la información de la evaluación ambiental y los permisos para el depósito de relaves, junto con la información sobre cómo el Propietario intentará operarlo, proporcionarán gran parte de la información inicial para la primera versión de un manual OMS.

A medida que el depósito evolucione, esto será complementado con una variedad de información que incluye, pero no se limita a, lo siguiente:

- Información operativa (p. ej., tamaño de molienda y porcentaje de sólidos, reactivos utilizados y presentes en ellos, características geoquímicas de los relaves).
- Balance de aguas operativo.
- Informes de diseño actuales.
- Documentación conforme a obra (incluidos planos).
- Objetivos de desempeño.
- Evaluación del riesgo, plan de gestión de riesgos y controles críticos.
- Mejores prácticas para el monitoreo (p. ej., métodos, instrumentos, frecuencia, análisis de datos).
- Mejores prácticas en relación con los SOP.
- Documentación del fabricante sobre el mantenimiento de equipos, la calibración de instrumentos de monitoreo, etc.
- Comportamiento de los depósitos de relaves.
- Otros recursos, según los requisitos de la jurisdicción y del Propietario, como por ejemplo:
  - La Asociación Canadiense de Presas (*Canadian Dam Association* – CDA, por sus siglas en inglés):
    - Guías para la seguridad de presas de la CDA, 2007 (edición 2013).
    - Boletín técnico: Aplicación de las Guías para la seguridad de presas a las presas de relaves mineros (2014).
  - La Comisión Internacional de Grandes Presas (*International Commission on Large Dams* – ICOLD, por sus siglas en inglés).
  - El Comité Nacional Australiano de Grandes Presas (*Australian National Committee on Large Dams* – ANCOLD, por sus siglas en inglés).
  - *La Organización Internacional de Normalización* (ISO, por sus siglas en inglés):
    - *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 Medioambiente 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 (por sus siglas en inglés) 10286 1998.
- El Departamento de Recuperaciones de Tierras de Estados Unidos (USBR, por sus siglas en inglés).
- El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- *La Agencia Federal de Administración de Emergencias de los Estados Unidos.*
- *La Directiva de la Unión Europea y el documento de referencia sobre BAT para el manejo de residuos mineros.*

Además, si bien cada manual OMS tiene que ser específico del sitio, los manuales OMS eficaces de otros depósitos pueden ser un excelente punto de partida, siempre que no se los use para “copiar y pegar”, lo cual dará lugar a la inclusión de actividades que no son compatibles con las del depósito de relaves en donde debe aplicarse el nuevo manual OMS.

## Apéndice 6: Enfoque de matriz RACI para describir los roles y las relaciones

Uno de los elementos esenciales de un manejo de relaves eficiente es el modo en que las diversas personas involucradas en el manejo de relaves se relacionan entre sí en sus funciones cotidianas. Se considera una buena práctica contar con un proceso formal, basado en los roles de los individuos involucrados, que describa la mejor manera de desarrollar estas relaciones. Una de las formas de esta buena práctica es utilizar una matriz RACI (**R**: responsable, **A**: aprobador, **C**: consultado e **I**: informado) o matriz de asignación de responsabilidades. Una matriz RACI es una herramienta de delegación que se utiliza para identificar cada tarea, hito o punto de decisión, y para desarrollar, documentar y comunicar los roles y responsabilidades para cada uno de ellos.

Los componentes de la matriz son:



Los pasos para desarrollar una matriz RACI son:

- 1) Identificar todas las tareas involucradas en el manejo de relaves y enumerarlas del lado izquierdo de la matriz.
- 2) Identificar quién está involucrado colectivamente en un manejo de relaves (ya sean roles funcionales o específicos) y enumerarlos en la parte superior de la matriz.
- 3) Para cada tarea, identificar quién tiene la acauntabilidad, la responsabilidad y a quién se consultará e informará. Completar las celdas de la matriz en consecuencia.
- 4) Garantizar que cada tarea tenga un responsable del rol y un aprobador del rol: una tarea sin una "R" ni una "A" es una tarea no administrada que genera un riesgo.
- 5) Ninguna tarea debe tener más de un cargo asignado para rendir cuentas (la "A"). Resolver conflictos cuando haya más de un cargo asignado a una tarea en particular.
- 6) Compartir, analizar y llegar a un acuerdo sobre la matriz RACI con el personal correspondiente.

En la Tabla A.6.1 se ofrece un ejemplo de una matriz RACI.

El uso de un enfoque RACI para determinar roles y relaciones en referencia al manejo de relaves ofrece una serie de ventajas potenciales. Desarrollar e implementar una matriz RACI para el manejo de relaves y las actividades OMS puede ser de ayuda para lo siguiente:

- Aclarar y simplificar las líneas de comunicación y mitigar el riesgo de pérdida de las comunicaciones (consulte la [sección 3.1.2](#)).
- Determinar la(s) Persona(s) Responsable(s) de delegar la responsabilidad para diversas tareas, lo que reduce potencialmente la carga de trabajo o el estrés de dicha persona.
- Garantizar que los roles y las responsabilidades estén claramente descritos para todas las divisiones de la organización, lo que ayuda a garantizar la eficiencia de las funciones entre esas divisiones.
- Establecer expectativas claras para todos los involucrados en las tareas, hitos y puntos de decisión diversos:
  - Todos deben comprender claramente cuál es su lugar de participación y con qué tareas se involucran.
  - Todos deben comprender quién es, en última instancia, el aprobador de una tarea, lo que puede ayudar a evitar confusiones o problemas de comunicación.
  - Esto establece claras expectativas para aquellos que recibirán consultas o informes, por lo tanto deben comprender sus roles y la información que recibirán.

Para que una matriz RACI sea eficiente, se deben tener en cuenta una cantidad de factores durante su desarrollo e implementación:

- No debe haber muchos roles o personal identificado como responsable para cada tarea. Esto creará confusión y problemas de comunicación.
- Todas las tareas deben tener roles o personal asignado:
  - Alguien debe ser el aprobador de cada tarea.
  - Al menos una persona debe ser responsable para cada tarea.
  - Puede ocurrir que no siempre sea necesario identificar personas a las que se deba consultar o informar. Esto puede determinarse para cada tarea específica.
- No asignar demasiadas tareas a la(s) Persona(s) Responsable(s):
  - Para ser eficiente, necesita(n) delegar.
  - Considere cuidadosamente qué responsabilidades pueden delegarse a otros miembros del personal, pero defina claramente su relación funcional con la(s) Persona(s) Responsable(s).
- No confunda responsable con aprobador:
  - Comprenda claramente cada término y sea coherente en su aplicación al asignar quién es el responsable y quién el aprobador de cada tarea.
- Considere cuidadosamente a quién consultar y a quién informar:
  - Si alguien no necesita ser consultado, infórmelo.
  - Sin embargo, pueden haber aquellos que quieran tener un rol más importante y que desearían ser consultados en lugar de ser informados.
  - Involucre a esas personas en el proceso de desarrollo y negocie sus roles según sea necesario para evitar problemas en la implementación.

**Tabla A.6.1: Ejemplo de una plantilla para una matriz RACI El nivel de detalle en las tareas y los roles identificados queda a discreción del Propietario, quien lo determinará para cada sitio específico.**

Tareas	Roles							
	Director Ejecutivo Responsable	Persona(s) Responsable(s)	EoR	Revisor(es) independiente(s)	Procesamiento de minerales	Personal de operación	Personal de mantenimiento	Personal de monitoreo
Operación								
Transporte de relaves								
Descargue de relaves								
Manejo de aguas								
Construcción en curso								
Recuperación progresiva								
Mantenimiento								
Transporte de relaves								
Estructuras de contención								
Manejo de aguas								
Monitoreo								
Observación in situ								
Inspecciones de rutina								
Inspección de la seguridad de presas								
Monitoreo de instrumentos								
Análisis de datos								

## Apéndice 7: Factores de las comunicaciones eficaces

A continuación, se encuentra un resumen de las lecciones aprendidas sobre gobernanza y comunicaciones que son aplicables al manejo de relaves y la seguridad de la presa, según *Pearl Harbor: Lecciones para la comunidad sobre la seguridad de la presa*.<sup>1</sup>

- 1) El personal al que se le delegue la responsabilidad de cierta actividad debe tener la autoridad para llevarla a cabo. Al delegar autoridad o emitir instrucciones específicas, debe hacerse un seguimiento para asegurarse de que la autoridad delegada se esté llevando a cabo de la forma correcta, o que se hayan comprendido bien las instrucciones y se hayan implementado correctamente. No asuma que todo se está desarrollando según el plan.
- 2) Las comunicaciones deben ser claras e inequívocas. Asegúrese de que el significado y el propósito de la información comunicada se hayan comprendido completamente. Evite parafrasear o condensar mensajes al transmitir información, para que no se pierda el significado o el propósito real.
- 3) Mantenga correctamente informados a otros miembros del personal sobre los aspectos del manejo de relaves que deben saber según su responsabilidad y autoridad. Las comunicaciones son bidireccionales, y para lograr una toma de decisiones efectiva, hay que tener la información completa, no una presentación parcial de los hechos.
- 4) No dé por sentado nada al comunicarse con otros miembros del personal involucrados directa o indirectamente en el manejo de relaves, ya sea en la parte más alta o más baja de la “cadena de mando”. No asuma que comprenden completamente el significado o la relevancia de la información proporcionada. De la misma forma, no reprima información a otros miembros del personal involucrados en las actividades en el lugar. Por ejemplo, un cambio menor en las características de los relaves, que pueden parecer poco importantes para el personal responsable de procesarlo porque no afecta las tasas de recuperación o el uso del catalizador, podría tener importantes consecuencias para el manejo de relaves.
- 5) Manténgase abierto a recibir comentarios de otros miembros del personal y de personas involucradas en otras actividades en el lugar. Todos los miembros del personal deben sentirse motivados para expresar inquietudes o sugerencias. Las observaciones de que al personal le falta la capacitación o experiencia con respecto al manejo de relaves (p. ej.: seguridad del personal) no deben ignorarse ni descartarse.
- 6) El personal corporativo debe proporcionar toda la información relevante a la(s) Persona(s) Responsable(s) en el lugar y a otros miembros del personal, según sea apropiado. Esto incluye nuevas políticas desarrolladas a nivel corporativo, posibles cambios legales que el personal corporativo sepa e información sobre lecciones aprendidas de manejo de relaves de otros sitios u otras empresas.
- 7) Nunca ignore, retrase o “suavice” una instrucción oficial. Si no está seguro, o si duda de la validez de la instrucción, presente tales inquietudes con rapidez. Nunca decida unilateralmente no llevar a cabo la actividad indicada.

---

1. Martin, T. (2001). *Pearl Harbor: Lecciones para la comunidad sobre la seguridad de la presa*. Presentado en la conferencia anual de la Asociación Canadiense de Presas (Canadian Dam Association, CDA, por sus siglas en inglés).

- 8) Las relaciones personales no deben interferir con las comunicaciones claras de asuntos profesionales. No asuma que solo porque dos personas sean amigas van a comunicarse claramente en su relación profesional. Puede darse lo contrario, ya que uno puede asumir cosas sobre lo que el otro sabe, y otras personas que los rodean pueden asumir que ellos se comunican con claridad en su relación profesional porque son amigos.
- 9) El monitoreo efectivo y temprano es esencial para el manejo de relaves. El Propietario debe designar los recursos necesarios y asegurarse de que haya personal competente que se encargue del monitoreo y de establecer líneas de comunicación claras en relación con el diseño, la implementación y los resultados del programa de monitoreo.
- 10) No interprete los resultados del monitoreo únicamente desde la perspectiva de potenciales eventos indeseados que se hayan identificado en la evaluación de riesgos. Considere la posibilidad de que los resultados indiquen un riesgo no anticipado previamente.
- 11) Puede darse una falla en cualquier momento, a veces sin advertencia. Evite volverse autocomplaciente o posponer acciones por pensar que “todo está bien”. Manténgase alerta y preparado para responder en todo momento, incluso para eventos que tengan una muy baja probabilidad de suceder y sin importar qué tan bueno haya sido el rendimiento anteriormente. Es mejor tener una falsa alarma que ignorar las señales de advertencia de una inminente pérdida de control.
- 12) Prepárese para responder a una falla al estar listo para cualquier eventualidad. Asegúrese de desarrollar y poner a prueba planes de respuesta a emergencias (ERP, por sus siglas en inglés). Los ERP deben ser adaptables en caso de que ocurra un evento que no se haya anticipado o para el que no se haya planificado.
- 13) El Propietario debe tener una cultura corporativa que priorice el manejo responsable de relaves y que evite la competencia por recursos entre unidades de negocios que podrían formar parte del manejo de relaves. Darle una importancia secundaria al manejo de relaves puede llevar a realizar elecciones que tengan impactos adversos a largo plazo, ya sean financieros o de otro tipo.
- 14) El Director Ejecutivo Responsable y la Persona Responsable deben estar familiarizados con su organización y comprender los depósitos de relaves por los cuales son responsables, los riesgos que implican los depósitos y la forma en la que se maneja el riesgo, incluidas las posibles fallas, deficiencias u oportunidades de mejora. Se los debe informar por medio de revisiones anuales de manejo y contribuciones/resultados de las actividades de aseguramiento, como la Revisión independiente, y se les debe comunicar cualquier novedad importante que se produzca entre estas actividades. Si no tienen las competencias y el conocimiento necesario, o si dependen de los aseguramientos del personal sin estar ellos mismos completamente informados, deberían rechazar la responsabilidad y pasársela a otros que tengan la capacidad y la posibilidad de estar totalmente involucrados. El Director Ejecutivo Responsable y la Persona Responsable no deben estar involucrados en todos los detalles del manejo de relaves, pero DEBEN comprender el panorama general de los depósitos y los riesgos por los cuales se están haciendo responsables.

## Apéndice 8: Factores que podrían afectar el manejo de relaves

Como se describe en la *Sección 3.2*, existe una amplia variedad de factores que podrían afectar el manejo de relaves y el desempeño de un depósito de relaves. Los ejemplos se presentan a continuación.

### Condiciones del sitio fuera del control del propietario

- Impactos del cambio climático y sus proyecciones a futuro.
- Hidrología e hidrogeología a nivel local y regional.
- Topografía y accidentes geográficos.
- Substrato rocoso y geología y geoquímica superficial.
- Peligros naturales que podrían afectar al depósito de relaves.
- Ecosistemas acuáticos y terrestres a nivel local y regional.
- Comunidades potencialmente afectadas por el depósito de relaves, incluidas las que se encuentran aguas abajo y en la dirección del viento.
- Infraestructura fuera de la mina que podría verse afectada.
- Uso del terreno para fines comerciales y recreativos.
- Recursos arqueológicos.

### Consideraciones sobre las COI

- Inquietudes de las COI relacionadas con el manejo de relaves, incluidos los efectos potenciales sobre lo siguiente:
  - La calidad del agua, incluida el agua potable.
  - La fauna; incluidas aves y mamíferos grandes que pueden hacer uso de los depósitos de relaves.
  - Los peces, incluida la seguridad de los peces para consumo humano.
  - La calidad del aire.
- Consideraciones de índole autóctona, entre ellas:
  - Reclamos territoriales.
  - Acuerdos con comunidades autóctonas.
  - Uso tradicional de las tierras del área para cultivos y a efectos culturales y espirituales.
  - Participación de las comunidades autóctonas en la gestión y el monitoreo ambiental.
- Riesgos que supone un depósito de relaves para las comunidades cercanas, incluidos los riesgos en caso de una falla catastrófica del depósito.

### Requisitos y compromisos reglamentarios

Comprender los requisitos legales relevantes, y los compromisos del Propietario en relación con el manejo de relaves es necesario para lo siguiente:

- Ofrecer contexto para las actividades de OMS relacionadas con los requisitos legales y sus compromisos.
- Ayudar a garantizar que quienes sean responsables del manejo de relaves estén al tanto de los requisitos legales y sus compromisos.
- Alinear las actividades de OMS en pos de garantizar la conformidad con todos los requisitos legales y sus compromisos en relación con el manejo de relaves.

### Características del depósito de relaves

Información básica:

- Ubicación o entorno físico del depósito de relaves.
- Tipo de mineral y velocidad de su procesamiento.
- Métodos de procesamiento de minerales usados, incluidos los reactivos utilizados.
- Tratamientos aplicados a los relaves antes de su transporte al depósito (p. ej., destrucción del cianuro, desulfuración).
- Tecnología de manejo de relaves utilizada y contenido de agua de los relaves.
- Características de los relaves, en particular el potencial de generación de ácido y lixiviación de metales.
- Método de transporte de relaves utilizado (p. ej., tuberías, camiones).
- Métodos de descargue de relaves.
- Tamaño del depósito de relaves y vida útil prevista.
- Métodos o estructuras utilizadas para contener los relaves y todas sus aguas asociadas.

Diseño e historial del depósito de relaves:

- Lógica para la selección de tecnología y la ubicación del depósito.
- La intención de diseño original del depósito, lo que incluye:
  - Cómo el diseño abordó las condiciones del sitio y los requisitos legales y los compromisos descritos anteriormente.
  - La base de ingeniería para el diseño.
  - El plan de cierre conceptual y el uso final de las tierras luego del cierre.
- Detalles pertinentes a la construcción inicial y (la fase de) operaciones y construcción en curso.
- Toda desviación del diseño original del depósito de relaves y la infraestructura asociada, y la lógica para tales desviaciones.
- El plan de manejo de aguas.
- Cualquier problema destacado o circunstancia exclusiva o imprevista que se haya encontrado.
- El estado de implementación del plan de cierre, incluidas las actividades de recuperación progresiva.

Perfil y gestión del riesgo:

- El perfil de riesgo del depósito.
- Cómo se gestionan los riesgos, entre ellos:
  - Cómo se abordan los riesgos por medio de la intención de diseño del depósito.
  - Cómo se siguen gestionando los riesgos a la luz de cualquier desviación del diseño original.
  - El plan de gestión de riesgos.
  - Los controles de riesgo y controles críticos.
- Los objetivos de desempeño
- El plan de respuesta a emergencias.

Cierre:

- Los objetivos del cierre y el uso final de las tierras luego del cierre.
- El plan de cierre, incluidas sus actualizaciones.

La información disponible para antiguos depósitos de relaves puede ser muy distinta en comparación con los nuevos depósitos. Parte de la información anterior puede no estar disponible para depósitos más antiguos, mientras que puede haber otro tipo de información no enumerada anteriormente que sea pertinente para esas instalaciones. Queda a discreción del Propietario determinar la información más relevante que se incluirá en cada depósito de relaves.

### **Desempeño del depósito de relaves**

- El desempeño del depósito de relaves comparado con los objetivos de desempeño.
- La eficacia de las medidas de gestión del riesgo, incluidos los controles críticos.
- El cumplimiento de los requisitos legales y la conformidad con los planes y compromisos.
- El estado de los planes de acción que aborden:
  - Las acciones para garantizar que se cumplan los objetivos de desempeño.
  - Las acciones para abordar la no conformidad con los requisitos, las normas, las políticas o los compromisos.
  - Las oportunidades de mejora continua.
- Los cambios al manual OMS realizados en respuesta a la evaluación del desempeño y la revisión de la gestión para la mejora continua incluyen cambios para implementar los planes de acción.

### Planes futuros

- Las ampliaciones de la capacidad de acuerdo con al diseño original (p. ej., aumentos en las cotas de las presas de relaves u otras estructuras de contención, la expansión a nuevas celdas de relaves).
- Las ampliaciones de la capacidad no incluidas en el plan original (es decir, la ampliación de la capacidad para extender la vida útil de la mina).
- Los cambios en las características del mineral (p. ej., diferente potencial de generación de ácido en el mineral proveniente de una nueva zona recientemente explotada).
- Los cambios en el procesamiento de minerales (p. ej., tasa de procesamiento, reactivos utilizados).
- Los cambios en la tecnología de manejo de relaves (p. ej., reducciones en el contenido de agua de los relaves, desulfuración de los relaves).
- La recuperación progresiva.
- Los cambios aplicados en respuesta a cambios en los requisitos legales o sus compromisos.
- Los cambios aplicados en respuesta al desempeño actual o pasado del depósito de relaves.
- Los cambios en el plan de cierre y en los planes de gestión de riesgos durante el cierre y su fase posterior.
- Otros planes que podrían afectar el desempeño o el perfil de riesgo del depósito de relaves.





The Mining Association of Canada

[www.mining.ca](http://www.mining.ca)