

Complemento de la guía metodológica de cierre de minas

Ana Luisa Morales



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Documentos de Proyectos

Complemento de la guía metodológica de cierre de minas

Ana Luisa Morales



NACIONES UNIDAS



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

Este documento fue preparado por Ana Luisa Morales, Consultora de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades de la División y del programa Cooperación Regional para la Gestión Sustentable de los Recursos Mineros en los Países Andinos (MINSUS), ejecutado por la CEPAL en conjunto con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de Alemania y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de ese país. La autora agradece los valiosos comentarios al trabajo de Achim Constantin, de la BGR, y José Luis Lewinsohn, de la CEPAL.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos, enlaces o marcadores a sitios externos incluidos en esta publicación, ni por las menciones de sociedades mercantiles o nombres comerciales de productos y servicios, y no deberá entenderse que existe adhesión a sitios, su contenido, sus responsables ni a los productos o servicios que se mencionen u ofrezcan.

Las opiniones expresadas en este documento, que no se ha sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2023/139
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2023
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.23-00789

Esta publicación debe citarse como: A. L. Morales, "Complemento de la guía metodológica de cierre de minas", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2023/139), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
Introducción	7
I. Análisis de riesgos	9
A. Recopilación de información medioambiental de referencia	12
B. Identificación de las instalaciones mineras	13
1. Instalaciones remanentes	13
2. Instalaciones complementarias y auxiliares	14
C. Identificación de los riesgos	15
D. Análisis de los riesgos	16
E. Evaluación del riesgo residual	21
F. Investigación y pruebas	22
II. Garantías financieras	25
A. Exigencia de garantías financieras para asegurar financiamiento de cierre de la mina y evitar nuevos pasivo ambientales mineros	26
B. Estimación de garantías financieras	27
C. Obras de cierre que deben considerar las garantías financieras	29
D. Disposición de las garantías	29
E. Liberaciones graduales e incentivo a los cierres progresivos	34
F. Fondo de poscierre	35
III. Auditorías	37
A. Objetivo	38
B. Tipos de auditorías	38
1. Auditoría periódica	38
2. Extraordinarias	39

3.	Voluntarias	39
4.	Final de ejecución del plan de cierre.....	39
C.	Etapas de una auditoría.....	40
1.	Etapa preliminar de la auditoría.....	40
2.	Auditoría	40
3.	Revisión y pronunciamiento de la auditoría	41
D.	Contenidos mínimos de un informe de auditoría	41
E.	Registro de auditores	42
IV.	Identificación de principales actores	43
V.	Recomendaciones.....	45
A.	Bolivia, Colombia y Ecuador	46
B.	Chile.....	46
C.	Perú	47
	Bibliografía.....	49
Cuadros		
Cuadro 1	Instalaciones principales o remanentes de una faena minera.....	13
Cuadro 2	Los pros y contras de los instrumentos de garantía financiera	32
Cuadro 3	Instrumentos financieros aceptados en Perú y Chile para las garantías del cierre de minas.....	33
Cuadro 4	Etapas de la auditoría	40
Gráfico		
Gráfico 1	Valor presente del cálculo de las medidas de poscierre a perpetuidad	36
Diagramas		
Diagrama 1	Proceso de evaluación de riesgos	17
Diagrama 2	Riegos de estabilidad física y química	20
Diagrama 3	Evaluación de riesgos	20
Diagrama 4	Aplicación de una evaluación de riesgos	21

Resumen

El presente complemento de la guía proporciona un marco ampliado para el cierre de minas, centrándose en mayor profundidad en tres aspectos clave: análisis de riesgos, auditorías y garantías financieras. Estas materias son fundamentales para la implementación de un cierre de minas adecuado desde una perspectiva ambiental, social y económica.

En primer lugar, el análisis de riesgos es decisivo para identificar y evaluar los posibles impactos y peligros asociados con el cierre de una mina, este análisis nos permitirá determinar las medidas de cierre apropiadas. Esta sección de la guía ofrece herramientas y metodologías para la evaluación de riesgos, incluyendo la identificación de riesgos ambientales, sociales y de seguridad.

En segundo lugar, la guía resalta la importancia de las garantías financieras en el cierre de minas. Se explica cómo las empresas mineras pueden establecer mecanismos financieros adecuados para respaldar las actividades de cierre, rehabilitación y gestión de pasivos mineros a largo plazo. Se describen diferentes tipos de garantías financieras y se brinda orientación sobre su diseño e implementación, con el objetivo de asegurar que los recursos necesarios estén disponibles para llevar a cabo el cierre de la mina y sus actividades posteriores.

Por último, la guía aborda las auditorías como una herramienta para evaluar la conformidad con los requisitos legales, normativos y las mejores prácticas en el cierre de minas. Se describen los procedimientos y criterios para llevar a cabo auditorías periódicas, extraordinarias, voluntarias, finales y externas, enfocándose en aspectos técnicos, ambientales, financieros y de seguridad. Además, se ofrecen recomendaciones para la implementación de acciones correctivas y preventivas con el fin de mejorar continuamente los procesos de auditoría de cierre de minas.

Este complemento de la guía metodológica de cierre de minas ofrece una orientación detallada sobre el análisis de riesgos, las auditorías y las garantías financieras, que son aspectos esenciales para asegurar un cierre de minas responsable y sostenible, minimizando los impactos negativos en el medio ambiente, protegiendo la salud y seguridad de las personas involucradas y, garantizando la disponibilidad de recursos financieros necesarios para llevar a cabo las actividades de cierre y rehabilitación a largo plazo.

Introducción

La actividad minera alrededor del mundo se encuentra cada vez más sometida a estrictos protocolos de operación, y las razones para esta tendencia son variadas. Por una parte, los países persiguen promover su desarrollo basado en la sustentabilidad de la explotación de sus recursos naturales. Por otra parte, la comunidad internacional ha ido adoptando diversos tratados y acuerdos en materia de protección del medioambiente; a lo que se suman las grandes empresas mineras que han ido adoptando voluntariamente compromisos en la misma línea, o a partir de las obligaciones que los países desarrollados imponen a sus operaciones en países en desarrollo. Igualmente, las comunidades —incluidas las indígenas— han incrementado su rol como parte interesada en las actividades mineras, particularmente aquellas con las que conviven diariamente. A esto se suma un fuerte movimiento internacional tanto de organismos no gubernamentales como de Estados por la aplicación irrestricta de los derechos humanos a la actividad extractiva. Adicionalmente, se suman las demandas ante tribunales internacionales y nacionales, por la persecución de responsabilidades ambientales por parte de compañías transnacionales y nacionales, así como también, por la falta de servicio del Estado receptor. A todo lo anterior se agrega la cada vez más urgente necesidad de aminorar los riesgos que el cambio climático impone al planeta.

Este control sobre la actividad minera impone que las empresas —públicas y privadas— del rubro, cumplan irrestrictamente la legislación de los Estados donde se ubican sus actividades extractivas. Hoy, incluso, se puede afirmar que este estándar de apego a la norma se extiende también a aquellos casos en que no exista legislación nacional aplicable (ICMM, 2019). Las actividades de cierre de minas en los países de la región andina de América Latina no han estado ajenas a este control. Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile cuentan con normas relativas a cierres, aun cuando varían en su obligatoriedad, profundidad y extensión.

El presente documento propone un complemento a la guía metodológica de cierre de minas para profundizar en algunos temas técnicos, como la evaluación de riesgos, garantías financieras y auditorías, con el propósito de contribuir a la adopción de criterios uniformes en la materia en los diversos países de la región andina de América Latina. Esta propuesta se basa en hacer frente a un problema común: los eventuales problemas ambientales, físicos, económicos y sociales que pueden producir el cierre de las minas en las localidades de su influencia. Del mismo modo, este complemento, al igual que la guía, reconoce las particularidades de la actividad minera en los diversos países de la región, tanto en sus condiciones técnicas como normativas, además, no pretende ser una solución única de los instrumentos propuestos para el cierre de minas, pues habrá situaciones locales diversas que ameritan mayores énfasis en algunas áreas más que en otras.

I. Análisis de riesgos

La evaluación de riesgos es la base para la elaboración del Plan de Cierre de una mina, debe ser desarrollada por los titulares de una faena minera porque el resultado de dicha evaluación permitirá definir las obras, medidas o actividades de cierre destinadas al control del riesgo de manera de resguardar la vida, salud y seguridad de las personas y el medio ambiente en cumplimiento a lo establecido en la legislación vigente o según los estándares de cada país. Las empresas mineras podrán realizar la evaluación de riesgos con la metodología que determinen adecuada, sin embargo, debe ser respaldada y presentada en detalle, para que no exista duda del procedimiento desarrollado y de la identificación eficiente de los riesgos que podrían presentarse al cierre de la mina.

Este complemento puede ser considerado un instrumento metodológico, que podrá ser utilizado por funcionarios públicos de los distintos Servicios del Estado o por los titulares de las empresas mineras. El objetivo de este complemento es entregar instrumentos robustos, que les permita a las faenas mineras determinar niveles de riesgos para las distintas instalaciones.

Realizar un análisis de riesgos para el cierre de una mina implica, identificar los posibles peligros y evaluar los riesgos que pueden presentarse durante la operación y el cierre, este proceso permitirá determinar medidas preventivas y de mitigación adecuadas para mantener estables física y químicamente en el largo plazo las instalaciones remanentes. A continuación, se describen los principales pasos que se pueden seguir para llevar a cabo un análisis de riesgos eficiente:

- i) **Identificación de los riesgos:** la identificación se debe realizar en etapas iniciales, desde el diseño del proyecto minero y a lo largo de todo el proceso de operación, en general los riesgos de una mina cambian y aumentan a medida que la mina madura. Realizar un análisis exhaustivo de los riesgos potenciales asociados con el cierre de la mina, puede incluir riesgos ambientales, de seguridad, de salud ocupacional, financieros y sociales, entre otros.
- ii) **Evaluación de los riesgos:** una vez identificados los riesgos, es necesario evaluar su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el entorno y en la salud y seguridad de las personas que trabajan en la mina y de la comunidad cercana. Se pueden utilizar herramientas como matrices de riesgos o análisis de escenarios para determinar la gravedad y la probabilidad de los riesgos.

- iii) Determinación de medidas preventivas y de mitigación: una vez evaluados los riesgos, se deben determinar las medidas preventivas y de mitigación adecuadas para minimizar el impacto de los riesgos. Esto puede incluir medidas como la realización de estudios complementarios, la implementación de sistemas de gestión ambiental y de seguridad, el monitoreo ambiental y de salud ocupacional, la capacitación y la sensibilización de los trabajadores y de la comunidad, entre otros.
- iv) Implementación de las medidas preventivas y de mitigación: después de determinar las medidas preventivas y de mitigación, es necesario implementarlas adecuadamente y asegurarse de que sean efectivas a lo largo del tiempo.
- v) Monitoreo y evaluación: es importante llevar a cabo un seguimiento y evaluación constante de estudios de estabilidad química y física orientados al cierre de la mina, realizar revisiones de las medidas propuestas y las que se encuentran implementadas (por ejemplo, cierres progresivos), con el objeto de garantizar que se estén logrando los resultados deseados y realizar ajustes necesarios, en el caso que se requiera.

Cabe destacar que este proceso se debe llevar a cabo por profesionales capacitados y con experiencia en análisis de riesgos y en el cierre de minas, y debe realizarse en cumplimiento a los estándares, regulaciones y normativas aplicables de cada país.

Es relevante considerar el uso del suelo para la evaluación de riesgos y el cierre de la mina, de acuerdo con la experiencia, la determinación del uso de suelo posterior al cierre es la información más importante al momento de elaborar el plan de cierre y, sin lugar a duda, el resultado de la evaluación de riesgos puede variar según el uso futuro del terreno. El uso del suelo después del cierre de la mina puede variar desde la agricultura hasta la recreación, y el uso del suelo puede tener un gran impacto en el legado a la comunidad local y en el medio ambiente circundante. Considerar el uso del suelo durante el cierre de la mina y en el diseño de las medidas de cierre, es fundamental para asegurar que el uso futuro del terreno sea sostenible y beneficie a la comunidad del entorno. De acuerdo con lo anterior, considerar que el terreno vuelva a condiciones similares antes del desarrollo minero, podría no ser suficiente.

Capturar los lineamientos normativos y los aportes de la comunidad, permitirá planificar para el futuro y restaurar el terreno, que son componentes críticos para lograr los objetivos planteados.

Es importante que se determinen criterios aceptables para el cierre, estos deben ser establecidos por la autoridad y deben responder a los objetivos de cierre que se establezcan, algunos ejemplos de cuestionamientos para el desarrollo de estos criterios pueden ser:

- i) ¿Cumple con los parámetros de calidad del agua aceptable para descargar a un curso de agua o a una napa subterránea?
- ii) ¿La instalación remanente se encuentra estable física y químicamente? ¿existe drenaje ácido?
- iii) ¿Cuál es el factor de seguridad? ¿es aceptable para la estabilidad de los depósitos de roca de residuo, relaveras, tajos o rajos, minería subterránea?
- iv) ¿Qué tipo y rango de tiempo de precipitaciones debo considerar para el diseño de los canales de contorno?
- v) ¿Los estudios de respaldo consideran los efectos del cambio climático?
- vi) ¿Cuáles son los principales productos químicos y residuos generados por las operaciones mineras en el sitio?
- vii) ¿Se han identificado sustancias tóxicas, metales pesados o compuestos reactivos en el área de la mina?
- viii) ¿Qué medidas se han tomado para controlar y gestionar los residuos químicos generados durante la operación de la mina?

- ix) ¿Se han implementado barreras físicas o sistemas de contención para evitar la liberación de sustancias químicas peligrosas al medio ambiente?
- x) ¿Se han realizado pruebas de lixiviación o análisis de agua en los cuerpos de agua cercanos para detectar la presencia de contaminantes químicos provenientes de la mina?
- xi) ¿Existen fuentes de agua subterránea en el área de la mina? En caso afirmativo, ¿se han llevado a cabo pruebas de calidad del agua para detectar la contaminación química?
- xii) ¿Se han tomado medidas para evitar la generación de gases tóxicos, como el dióxido de azufre o el metano, durante la operación y el cierre de la mina?
- xiii) ¿Se han realizado estudios de modelización para predecir la dispersión de sustancias químicas en el aire y el agua en caso de un accidente o liberación no intencionada?
- xiv) ¿Se han identificado zonas de recarga de acuíferos o áreas sensibles desde el punto de vista ambiental en las cercanías de la mina?
- xv) ¿Se ha desarrollado un plan de monitoreo a largo plazo para evaluar la estabilidad química después del cierre de la mina y garantizar que no se produzcan impactos negativos en el medio ambiente?
- xvi) ¿La evaluación captura las categorías de riesgo importantes para la empresa minera y las partes interesadas?
- xvii) ¿Los miembros del staff de cierre fueron los correctos, el equipo estaba conformado por las distintas áreas y representaban la combinación necesaria de disciplinas, participaron conjuntamente en la identificación y ratificación de los riesgos y oportunidades?
- xviii) ¿Se utilizó toda la información relevante disponible para evaluar los riesgos, incluidos los aportes de las partes interesadas externas cuando correspondía?
- xix) ¿Se han evaluado los posibles riesgos acumulativos?
- xx) ¿Se ha considerado una evaluación estocástica (probabilística) de los riesgos?
- xxi) ¿Deben refinarse los criterios de éxito o las actividades de cierre en función de la evaluación de riesgos?
- xxii) ¿Son los riesgos residuales compatibles con la cesión y/o el uso de la tierra posterior a la mina identificado, y todos los interesados comprenden los riesgos residuales?
- xxiii) ¿Se han evaluado los riesgos con todos los controles implementados y en el caso de que los controles fallen?
- xxiv) ¿Se han incluido en la evaluación los riesgos que pudieran aparecer después del cierre?
- xxv) ¿Se han identificado las estrategias para mitigar las consecuencias de cualquier riesgo posterior al cierre y se están implementando medidas para hacer frente a estas consecuencias?

Estas preguntas son solo una guía y es posible que requieran adaptarse a las circunstancias y requisitos específicos de la mina en cuestión. Además, es recomendable contar con la asesoría de expertos en el campo de la gestión ambiental, la geoquímica y la geotecnia, para evaluar adecuadamente la estabilidad química y física en el cierre de una mina.

El ICMM (2019, pág. 42 y 43) establece como criterios de éxito para el cierre el enfoque SMART, que traducido al español debiera ser EMARO (específico, medible, alcanzable, relevante, oportuno), este criterio resultará útil para desarrollar y evaluar los criterios de éxito en el cierre. Las consideraciones clave para cada elemento de los criterios EMARO son las siguientes:

- **Específico:** los criterios deben tener relación directa con los objetivos de cierre y las actividades de cierre individuales. Una actividad de cierre o grupo de actividades de cierre sin un criterio asociado indica una brecha; un criterio sin una medida o medidas asociadas puede indicar que el criterio es demasiado general.
- **Medible:** si un criterio no se puede medir, no hay forma de demostrar al regulador o a las partes interesadas que se ha cumplido. Si bien el método de medición suele ser obvio para los criterios numéricos (como las concentraciones o las tasas de flujo de descarga), los criterios narrativos pueden requerir formas alternativas de medición (como la finalización de una tarea determinada confirmada a través de planos de construcción o inspecciones de campo). Algunos objetivos pueden requerir una combinación de medición cualitativa y cuantitativa.
- **Alcanzable:** si se quiere lograr la renuncia o devolución de la garantía financiera, es fundamental que los criterios sean realistas y puedan lograrse. Los criterios poco realistas o mal definidos pueden retrasar o impedir la renuncia, o prolongar innecesariamente los períodos de seguimiento.
- **Relevante:** en última instancia, los criterios deben estar alineados con los objetivos de cierre y el contexto social, ambiental y regulatorio del sitio.
- **Oportuno:** los criterios tendrán un componente temporal, ya sea de forma explícita o implícita. Algunos pueden considerarse completados inmediatamente después de la implementación de las actividades de cierre asociadas, mientras que otros requerirán un período de seguimiento. Para los criterios que requerirán un período de monitoreo, es importante aclarar en la etapa inicial de la planificación, cómo se definirá la duración del monitoreo.

El criterio SMART o criterio inteligente para establecer metas se refiere a un enfoque estructurado y efectivo para definir objetivos claros y alcanzables en el cierre de la mina.

A. Recopilación de información medioambiental de referencia

Para realizar una evaluación de riesgos, la recopilación de información ambiental histórica de referencia es esencial, porque proporciona una línea base para comprender el impacto ambiental.

Al recopilar información ambiental histórica de referencia, se pueden identificar los posibles efectos que ha tenido la operación de la mina en el medio ambiente y en las comunidades locales. Esto puede incluir la contaminación del aire, agua y suelo, la degradación de los hábitats naturales, la pérdida de la biodiversidad y la alteración del paisaje.

Además, esta información puede ayudar a desarrollar planes de monitoreo y seguimiento a largo plazo, lo que es fundamental para garantizar que los efectos negativos de la actividad minera no continúen después del cierre de la mina. Esto también puede ayudar a identificar oportunidades para la restauración y rehabilitación de las áreas impactadas.

En general, los titulares mineros cuentan con una gran cantidad de información, la que no siempre se encuentra ordenada y sistematizada. Se debe iniciar con una revisión de la totalidad de antecedentes existentes, luego, se debe realizar un diagnóstico de la suficiencia de la información geoquímica, geotécnica, geológica e hidrogeológica disponible para el desarrollo de los objetivos propuestos para el proyecto.

A modo de ejemplo, para la caracterización hidrogeológica, el principal objetivo debe ser caracterizar el área de estudio en términos climáticos, determinar el régimen y comportamiento de las variables meteorológicas y escorrentías en el área, en términos estacionales y para ciertos períodos de retorno, en la medida que la información disponible lo permita. Para ello, se deberían evaluar al menos los siguientes aspectos:

- Caracterización de las cuencas hidrográficas.
- Caracterización red de drenaje superficial.
- Revisión de la información hidrometeorológica regional y local.
- Revisión fluviométrica y la calidad de sus registros.
- Revisión de las estaciones meteorológicas existentes en la zona y la calidad de sus registros.
- Estimación de caudales para distintas escalas temporales y periodos de retorno, según sea factible.
- Balance hídrico de la cuenca.

La recopilación de información ambiental histórica de referencia es un paso crítico para una evaluación de riesgos de cierre de minas, ya que proporciona información valiosa para entender el impacto de la actividad minera en el medio ambiente y en las comunidades locales, lo que permite una mejor toma de decisiones y una planificación más efectiva para minimizar los riesgos ambientales asociados con el cierre de la mina.

B. Identificación de las instalaciones mineras

La identificación de las instalaciones mineras es un paso importante en el proceso de cierre de una mina, porque, permite una evaluación precisa de los riesgos ambientales y de seguridad asociados con el cierre. Al identificar las instalaciones mineras, se pueden identificar y evaluar los riesgos asociados con la estabilidad de los taludes, la disposición de residuos y relaves, la calidad del agua y suelo, la contaminación y otros impactos ambientales y de seguridad.

Esta acción, también es relevante para elaborar planes de cierre y rehabilitación efectivos y ajustados a la realidad de cada faena. Por ejemplo, al identificar las áreas de riesgo, se pueden desarrollar estrategias para minimizar el riesgo de fallas en los taludes, erosión de los relaves y la disposición adecuada de los residuos. También se pueden preparar planes de monitoreo y seguimiento para asegurar que los efectos negativos de la actividad minera sean minimizados a largo plazo.

En una mina pueden existir diferentes tipos de instalaciones dependiendo del método de explotación, mineral explotado y de las actividades que se realicen en ella. Para los objetivos de este complemento de la guía, se propone agrupar en dos tipos de instalaciones para facilitar la aplicación del análisis de riesgo. A continuación, se plantea una descripción de la clasificación propuesta:

1. Instalaciones remanentes

Una instalación remanente se refiere a cualquier estructura o instalación que queda después de la clausura de una mina (rajo, mina subterránea, botadero de estéril, pilas de rípios, depósitos de relaves, entre otros), esto dado que este tipo de instalaciones por lo general, por sus dimensiones, no es posible removerla.

Cuadro 1
Instalaciones principales o remanentes de una faena minera

Residuos mineros masivos			Mina
Botaderos o escombreras	Depósitos de relaves, colas o relaveras	Depósitos o pilas de lixiviación	
Estériles	Embalses de relaves	Rípios de lixiviación	Rajo o tajo abierto
Baja ley	Relaveras	Pilas permanentes	Subterránea
Marinas y desmontes	Tranques de relaves	Pilas dinámicas	
Escorias	Relaves filtrados	Pilas ROM	
	Depósitos en pasta		
	Depósitos espesados		

Fuente: Modificado de la Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras, (SERNAGEOMIN, 2015).

2. Instalaciones complementarias y auxiliares

En general, corresponden a instalaciones que pueden ser desmanteladas y retiradas de la mina, por lo que no presentan un riesgo para la salud, la vida de las personas y al medio ambiente. Principalmente son instalaciones necesarias para procesamiento de mineral y para el funcionamiento de la mina. Algunas de las instalaciones complementarias y auxiliares de una mina incluyen, entre otras:

- Instalaciones de almacenamiento: son las instalaciones encargadas de almacenar el mineral y otros materiales dentro de la mina. Pueden incluir silos, estanques, bodegas y otros sistemas de almacenamiento.
- Instalaciones de procesamiento: son las instalaciones encargadas de procesar el mineral extraído. Pueden incluir plantas de trituración, molienda, flotación, separación magnética y otros procesos.
- Instalaciones de transporte: son las instalaciones encargadas de transportar el mineral y otros materiales dentro y fuera de la mina. Pueden incluir sistemas de transporte por cinta transportadora, camiones, ferrocarril, tuberías, entre otros.
- Instalaciones de alojamiento: para alojar al personal de la mina, se pueden requerir instalaciones como campamentos, dormitorios, casas o apartamentos.
- Instalaciones de alimentación: para proporcionar comida y bebida al personal de la mina, se pueden requerir cocinas, comedores, cafeterías o tiendas de conveniencia.
- Instalaciones sanitarias: para el bienestar y la higiene del personal, se pueden requerir instalaciones como baños, duchas, lavanderías y clínicas médicas.
- Instalaciones de almacenamiento: para el almacenamiento de materiales y suministros, se pueden requerir instalaciones como almacenes, depósitos y talleres.
- Instalaciones de energía: para suministrar energía eléctrica a la mina, se pueden requerir instalaciones como subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y generadores.
- Instalaciones de seguridad: para garantizar la seguridad de los trabajadores y la propiedad, se pueden requerir instalaciones como sistemas de vigilancia, control de acceso, señalización y dispositivos de protección personal.

Las instalaciones complementarias y auxiliares varían según la ubicación geográfica de la mina, el tamaño de la operación, el tipo de mineral extraído y los requisitos regulatorios de cada país.

De acuerdo con lo expuesto precedentemente, la evaluación de riesgos se debe realizar a las instalaciones remanentes, dado que presentan un riesgo potencial porque permanecerán en el terreno posterior al cierre de la mina.

Las instalaciones remanentes pueden representar un riesgo para la salud, la vida y la seguridad de las personas y para el medio ambiente, si no se manejan adecuadamente. Por lo tanto, a estas instalaciones se les debe realizar la evaluación de riesgos, para evitar riesgos en el futuro y de ser necesario, incorporar medidas para garantizar la estabilidad física y química en el largo plazo. Además, en algunos casos puede ser necesario desarrollar planes de gestión y rehabilitación de las instalaciones remanentes para minimizar su impacto ambiental y social.

Durante la operación de una mina, se generarán residuos y productos químicos que pueden ser tóxicos o contaminantes. Es fundamental asegurar que los materiales químicos presentes en el sitio, como las pilas de desechos, las soluciones residuales, los rajos o tajos, las escombreras, los cuerpos de agua contaminados y otros residuos, se manejen de manera adecuada para prevenir su liberación y dispersión en el entorno natural.

La estabilidad química, en el contexto del cierre de mina, se refiere a la capacidad de los materiales y sustancias presentes en el sitio, para mantener su composición química y evitar la liberación de contaminantes al medio ambiente a largo plazo.

La estabilidad química implica tomar medidas para evitar la oxidación de minerales sulfurados, que puede generar drenaje ácido de mina (DAM) y liberar metales pesados y sustancias tóxicas al agua y al suelo. También, implica controlar la dispersión de contaminantes a través de barreras físicas y químicas, como la cobertura de los desechos con capas impermeables, la neutralización de soluciones ácidas, la estabilización de residuos peligrosos y la gestión adecuada de las aguas residuales.

Además, la estabilidad química en el cierre de mina implica monitorear continuamente la calidad del agua, del suelo y del aire en el área de la mina durante la etapa de construcción y operación, con el objeto de detectar y abordar cualquier problema de contaminación que pueda surgir de forma temprana.

Para lograr la estabilidad química, en algunos casos, se requiere de la implementación de medidas y técnicas adecuadas para prevenir la liberación de sustancias tóxicas y contaminantes al medio ambiente, además, para garantizar que los materiales químicos presentes en el sitio minero se mantengan en su estado seguro y no representen riesgos para la salud humana ni para los ecosistemas circundantes.

Por otra parte, durante la operación de una mina, se pueden construir diversas estructuras como taludes, pilas de desechos, presas de relaves, galerías subterráneas, entre otras. Estas estructuras y el terreno circundante pueden verse afectados por las excavaciones, los movimientos de tierra, las vibraciones, la erosión, la subsidencia y otros factores asociados a la actividad minera.

La estabilidad física se refiere a la capacidad de las estructuras y del terreno, para mantener su integridad y evitar el colapso, deslizamientos de tierra u otros eventos geotécnicos que puedan representar peligros o riesgos para la seguridad humana y ambiental.

Tanto para la construcción, operación y cierre es fundamental garantizar que las estructuras y el terreno sean estables a largo plazo. Esto implica llevar a cabo un análisis geotécnico detallado para evaluar la estabilidad de las estructuras existentes y tomar las medidas necesarias para prevenir el colapso o deslizamiento de los taludes, la erosión de las pilas de desechos o relaves, y otros eventos geotécnicos.

Las medidas para garantizar la estabilidad física en el cierre de mina pueden incluir el reforzamiento de taludes mediante la construcción de estructuras de contención, la reconfiguración de pilas de desechos o relaves para reducir su pendiente y mejorar su estabilidad, la implementación de sistemas de drenaje para evitar la acumulación de agua que pueda debilitar el terreno o afectar la estabilidad de la instalación, y la rehabilitación del terreno afectado para prevenir la erosión y restaurar la estabilidad del suelo.

Además, es importante llevar a cabo un monitoreo continuo de las estructuras y el terreno durante la operación de la mina, con el objetivo de detectar cualquier signo de deterioro o inestabilidad y poder tomar acciones correctivas de manera oportuna.

La estabilidad física en el cierre se refiere a la implementación de medidas y técnicas adecuadas para garantizar que las estructuras y el terreno en el sitio minero se comportaran estables, evitando el colapso, deslizamientos de tierra u otros eventos geotécnicos que puedan representar peligros para la seguridad de las personas y el medio ambiente.

C. Identificación de los riesgos

La identificación de los riesgos para el cierre de una mina es un proceso complejo que implica una evaluación cuidadosa de varios factores. A continuación, se describen algunos de los métodos y factores que se utilizan para identificar los riesgos asociados con el cierre de una mina:

- **Evaluación del sitio:** es necesario realizar una evaluación detallada del sitio de la mina y sus alrededores para identificar cualquier riesgo potencial. Esto puede incluir una evaluación de la geología, hidrología, condiciones climáticas, condiciones de los taludes, disposición de residuos, estudios sísmicos y otros factores.
- **Revisión de los registros de la mina:** es fundamental revisar los registros de la mina para identificar los riesgos históricos asociados con la operación de la mina. Esto puede incluir una revisión de los informes de monitoreo ambiental, los informes de seguridad y los registros de incidentes previos.
- **Consulta con expertos:** es esencial contar con la asesoría de expertos en áreas como geología, hidrología, ingeniería, geoquímica, restauración ambiental y seguridad para identificar y evaluar los riesgos asociados con el cierre de la mina.
- **Evaluación de los riesgos financieros:** el cierre de una mina puede tener implicaciones financieras significativas, es por esta razón que una acción crucial es evaluar los riesgos financieros asociados con el cierre de la mina, como los costos de cierre y post cierre, la responsabilidad por daños ambientales y las posibles reclamaciones legales.
- **Cumplimiento de las regulaciones:** es importante identificar cualquier riesgo relacionado con el cumplimiento de las regulaciones ambientales, de uso de suelo y de seguridad.

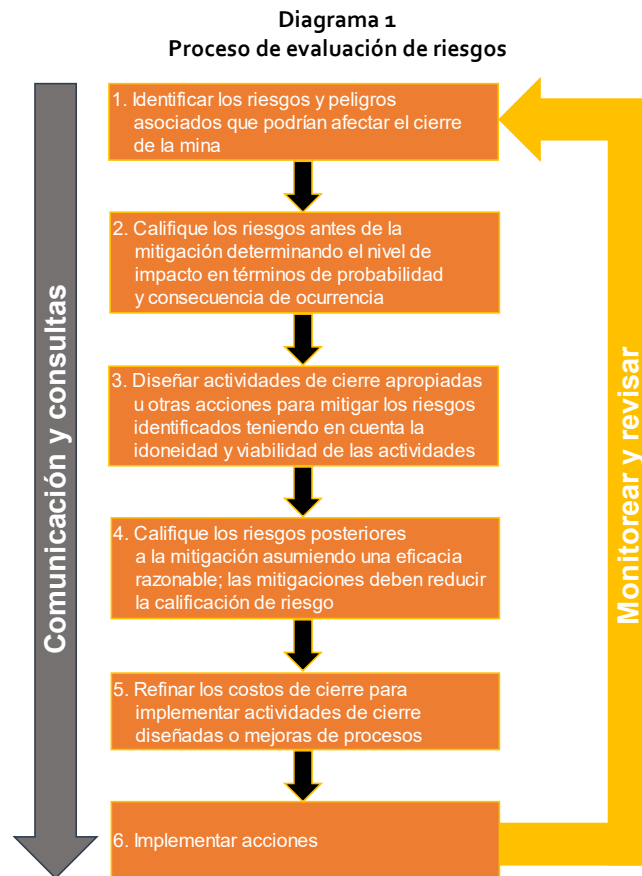
D. Análisis de los riesgos

Las evaluaciones de riesgos se realizan de forma frecuente en el desarrollo de una faena minera, para ello existen herramientas y métodos para la identificación y evaluación de riesgos. El objeto es utilizar estas herramientas para disminuir el riesgo y aumentar las oportunidades.

Es fundamental incorporar la evaluación de riesgos en el proceso de cierre, contar con una evaluación de riesgos realizada al inicio del proceso de planificación del cierre y realizar evaluaciones periódicas a medida que el proyecto se va ejecutando, de manera de ir estableciendo el estado de situación de los riesgos en la faena minera durante su vida útil. El resultado de los riesgos identificados en la etapa inicial, serán la base de las actividades que se deberán realizar durante la operación para prevenir y mitigar riesgos.

El proceso de evaluación de riesgos debe llevarse a cabo con regularidad. La siguiente figura identifica los pasos clave que se deben tomar para identificar los riesgos como parte del proceso de planificación del cierre¹.

¹ Cierre Integrado de Minas, Guía de Buenas Prácticas, 2da Edición (ICMM, 2019).



Fuente: Modificado de ICMM (2018): Proceso de evaluación de riesgos Cierre Integrado de Minas, Guía de Buenas Prácticas, 2a Edición.

La evaluación de riesgos debe considerar varios tipos de riesgos, asociados con varias categorías de consecuencias. Las categorías que se utilizan normalmente en la práctica actual pueden incluir las siguientes²:

- **Salud y seguridad:** impacto en el bienestar de las personas (lesiones, pérdida de la vida, así como beneficios como un mejor acceso a servicios médicos cuidadoso, mejores prácticas de seguridad de los contratistas, etc.).
- **Legal y regulatorio:** consecuencias asociadas con el incumplimiento de los estatutos regulatorios, incluidas advertencias, multas, acciones legales y encarcelamiento.
- **Ambiental:** impactos en el aire, suelo, agua y ecosistemas, así como oportunidades como la creación de hábitat y mejoras a la biodiversidad.
- **Social:** impactos en el bienestar de las comunidades de la zona de la influencia de la mina, incluida la fuerza laboral y el patrimonio cultural, así como el riesgo comercial asociado con las incertidumbres de la fuerza laboral (es decir, impactos de seguridad y responsabilidad financiera).
- **Financiero:** impactos en la empresa minera medidos en términos financieros, incluidas oportunidades de ahorro/compensación de costos.

² Cierre Integrado de Minas, Guía de Buenas Prácticas, 2da Edición ICMM diciembre 2018.

- **Reputacional:** impactos en la reputación de la empresa minera, incluida la licencia social para operar en el sitio en cuestión y otros sitios y oportunidades para dejar un legado positivo después de la minería.

Al realizar la evaluación de riesgos, se deben considerar los impactos o riesgos acumulativos, junto con las oportunidades. Por ejemplo, los riesgos considerados de forma aislada pueden tener consecuencias bajas, pero cuando se consideran en el contexto de múltiples sitios mineros e instalaciones industriales en un área determinada que producen impactos similares, el riesgo para la empresa, el medio ambiente y la comunidad puede aumentar significativamente. Los enfoques para gestionar y mitigar los riesgos y oportunidades acumulativos también pueden variar significativamente de los enfoques para estos riesgos de forma aislada, lo que puede resultar en mayores costos de cierre potenciales.

A continuación, se describen los pasos generales que se deben seguir para realizar un análisis de riesgo para el cierre de una instalación remanente:

- **Identificación de los peligros:** el primer paso en el análisis de riesgos es identificar los peligros que pueden estar presentes en la instalación y sus alrededores. Estos peligros pueden incluir la estabilidad física, la calidad del agua superficial y las aguas subterráneas cercanas, y los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores y la comunidad local.
- **Evaluación de la probabilidad de ocurrencia:** una vez que se han identificado los peligros, es importante evaluar la probabilidad de que estos ocurran. Por ejemplo, la probabilidad de una falla en la estabilidad del tranque de relaves puede depender de factores como la calidad del diseño y la construcción, la frecuencia y la intensidad de los terremotos, la cantidad de agua almacenada en el tranque, entre otros.
- **Evaluación o severidad de las consecuencias:** después de evaluar la probabilidad de ocurrencia de los peligros, se debe evaluar las consecuencias potenciales, si es que estos peligros se materializaran. Las consecuencias pueden incluir la liberación de lodos y aguas contaminadas en las aguas superficiales o subterráneas, el impacto en la salud de las personas y la fauna, el daño a la propiedad, entre otros.
- **Evaluación de los riesgos:** con base en la evaluación de los peligros, la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias potenciales, se puede realizar una evaluación de los riesgos. Es un paso clave clasificar los riesgos según su nivel de gravedad, con esto, se pueden priorizar y desarrollar estrategias de mitigación para aquellos con mayor riesgo. Para el cierre de mina, el titular minero debe considerar medidas para los riesgos medios y altos.
- **Desarrollo de estrategias de mitigación:** una vez que se han identificado los riesgos y se han priorizado según su nivel de gravedad, se debe desarrollar estrategias de mitigación para cada uno de ellos. Estas estrategias pueden incluir la mejora de la estabilidad del tranque, la construcción de sistemas de drenaje y tratamiento de aguas, la implementación de medidas de seguridad y salud para los trabajadores y la comunidad, entre otras.
- **Monitoreo y revisión continua:** se debe establecer un programa de monitoreo y revisión continua para evaluar la efectividad de las estrategias de mitigación y actualizarlas en función de los cambios en el entorno y las nuevas amenazas identificadas.

El análisis de riesgo para el cierre de una instalación remanente es un proceso complejo que requiere de la evaluación de múltiples factores. La identificación de peligros, la evaluación de la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias potenciales, la evaluación de riesgos, el desarrollo de estrategias de mitigación y el monitoreo y revisión continua son pasos esenciales en este proceso. Se enfatiza que la evaluación del riesgo para el cierre de una mina debe ser realizada por un equipo multidisciplinario de expertos en diferentes áreas, incluyendo ingeniería, geología, medio ambiente, geoquímica y seguridad, entre otros. Además, debe seguir las regulaciones y normativas vigentes en cada jurisdicción.

En el cierre de una mina, existen varios riesgos asociados a la estabilidad física y química que deben ser considerados y gestionados adecuadamente, para tener en cuenta, se mencionan algunos de los principales riesgos:

- Riesgos de estabilidad física:
 - Colapso de taludes: los taludes excavados durante la operación minera pueden ser propensos a deslizamientos o colapsos si no se les brinda un adecuado mantenimiento y estabilización.
 - Erosión de pilas de desechos: las pilas de desechos, compuestas por material estéril y residuos de procesamiento, pueden sufrir erosión debido a la acción del agua y el viento, lo que puede generar inestabilidad y liberación de contaminantes al entorno.
 - Inundaciones: la presencia de cuerpos de agua, como embalses o lagunas, asociados a la actividad minera puede representar un riesgo de inundaciones si no se gestionan adecuadamente durante el cierre de la mina.
 - Hundimiento o subsidencia del terreno: la extracción de minerales puede provocar cambios en la estructura geológica subyacente, lo que puede dar lugar a hundimientos o subsidencias del terreno a medida que las excavaciones se colapsan o se rellenan.
- Riesgos de estabilidad química:
 - Drenaje ácido de mina (DAM): la exposición de minerales sulfurados a la atmósfera y al agua puede resultar en la generación de drenaje ácido, un proceso químico que libera ácidos y metales pesados tóxicos al entorno acuático y al suelo.
 - Contaminación de aguas subterráneas: la infiltración de aguas de lluvia o de cuerpos de agua contaminados, puede llevar a la contaminación de los acuíferos subterráneos cercanos, comprometiendo la calidad del agua potable y los ecosistemas acuáticos.
 - Liberación de gases y polvos tóxicos: algunos minerales y residuos mineros pueden contener sustancias tóxicas o volátiles que, en condiciones inadecuadas de manejo o almacenamiento, pueden liberarse al aire y representar riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
 - Movilización de contaminantes: durante el cierre de la mina, existe el riesgo de que los contaminantes almacenados en las pilas de desechos, relaves u otros residuos sean movilizados por procesos erosivos o infiltración de agua, generando contaminación en áreas cercanas.

Estos son solo algunos de los riesgos más comunes, y es importante destacar que cada sitio minero es único y puede presentar desafíos y riesgos específicos que deben ser evaluados y abordados de manera individual durante el cierre de la mina.

Para analizar con mayor profundidad una evaluación de riesgos, sus factores y las consideraciones técnicas de una instalación minera, se recomienda el siguiente documento: "Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el cierre de Faenas Mineras de Chile" (SERNAGEOMIN, 2014)³.

³ En línea, página web del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile-SERNAGEOMIN <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/14.03.24-GuiadeEvaluaciondeRiesgosparaelCierreFaenasMineras.pdf>.

Diagrama 2
Riegos de estabilidad física y química



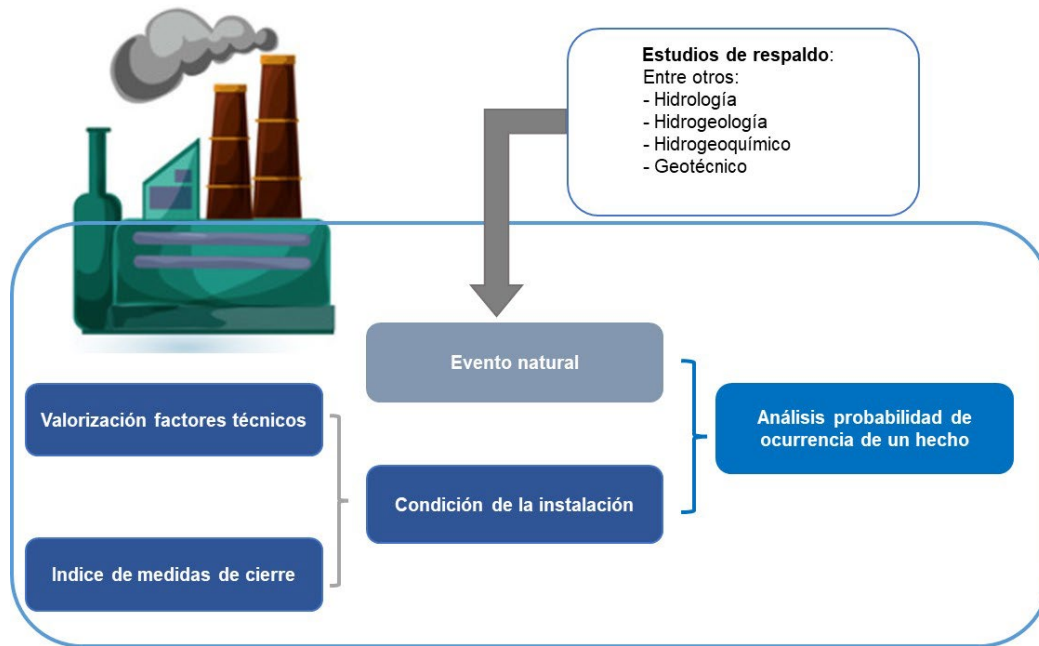
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3
Evaluación de riesgos



Fuente: Modificado de la "Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el cierre de Faenas Mineras" Chile (SERNAGEOMIN, 2014).

Diagrama 4
Aplicación de una evaluación de riesgos



Fuente: Elaboración propia.

E. Evaluación del riesgo residual

El riesgo residual es el nivel de riesgo que permanece después de que se hayan aplicado medidas de mitigación para reducir el riesgo inicial. En otras palabras, es el nivel de riesgo que se espera que permanezca después de que se hayan implementado todos los controles y medidas de mitigación para reducir el riesgo.

El riesgo residual se calcula mediante la evaluación del riesgo inicial y la efectividad de las medidas de mitigación implementadas. Si las medidas de mitigación son efectivas, el riesgo residual será menor que el riesgo inicial. Si las medidas de mitigación no son efectivas o no se implementan correctamente, el riesgo residual puede ser mayor que el riesgo inicial.

La gestión efectiva del riesgo residual implica la vigilancia continua y la revisión periódica de los controles y las medidas de mitigación, con el propósito de confirmar de que siguen siendo efectivos. También implica la comunicación clara y efectiva de los riesgos residuales a las partes interesadas relevantes, para que puedan tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar y aceptar el riesgo residual.

La evaluación del riesgo residual para el cierre de una mina implica la identificación y evaluación de los riesgos que una instalación minera podría tener en el largo plazo, riesgos que podrían existir posterior al cierre de la mina.

A modo de orientación, se presentan algunos pasos clave que pueden ayudar en la evaluación del riesgo residual para el cierre de una mina:

- i) **Identificar los riesgos:** la primera acción es identificar y evaluar los riesgos asociados con el cierre de la mina. Estos pueden incluir riesgos ambientales, sociales y económicos, como la contaminación del suelo y del agua, la seguridad de la comunidad local y el impacto en la economía local.

- ii) Evaluar las medidas de mitigación: se debe evaluar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas para reducir el riesgo asociado con el cierre de la mina. Esto puede incluir la eliminación adecuada de residuos, la estabilización de la tierra y la rehabilitación del suelo.
- iii) Identificar el riesgo residual: una vez que se han identificado los riesgos y se han evaluado las medidas de mitigación, se puede identificar el riesgo residual que queda después de la implementación de las medidas de mitigación. El riesgo residual puede ser mayor o menor que el riesgo inicial, dependiendo de la efectividad de las medidas de mitigación.
- iv) Planificar la gestión del riesgo residual: una vez que se ha identificado el riesgo residual, es importante planificar la gestión del riesgo residual. Esto puede incluir la implementación de medidas adicionales de mitigación o la aceptación del riesgo residual que queda.
- v) Monitorear y revisar continuamente: es importante monitorear y revisar continuamente el riesgo residual para garantizar que se han implementado las medidas adecuadas para mitigar los riesgos y que se ha considerado el riesgo residual que queda después del cierre de la mina.

La evaluación del riesgo residual para el cierre de una mina es un proceso crítico para garantizar que se han implementado las medidas adecuadas para mitigar los riesgos y que se ha considerado el riesgo residual que queda después del cierre de la mina. La gestión efectiva del riesgo residual implica la vigilancia continua y la revisión periódica de los controles y las medidas de mitigación para asegurarse de que sigan siendo efectivos.

F. Investigación y pruebas

Para realizar una evaluación de riesgos para el cierre de una mina, se pueden llevar a cabo diversas investigaciones y pruebas para determinar los riesgos y las medidas de mitigación necesarias. A continuación, se describen algunas de las investigaciones y pruebas principales que se pueden realizar en una evaluación de riesgos de cierre de minas:

- i) Estudios de hidrología e hidrogeología: son fundamentales en la evaluación de riesgos y el cierre de una mina. A continuación, se describen algunos de los estudios de hidrología que se pueden llevar a cabo para el cierre de una mina:
 - Estudios de hidrología superficial: se pueden llevar a cabo estudios para determinar la cantidad y la calidad del agua superficial que fluye por la mina. Estos estudios pueden ayudar a identificar posibles impactos ambientales y a diseñar medidas de mitigación necesarias.
 - Estudios de hidrología subterránea: se pueden realizar estudios para determinar el nivel y la calidad del agua subterránea en la mina. Estos estudios pueden ayudar a identificar posibles problemas de drenaje y a diseñar medidas para controlar y tratar el agua subterránea.
 - Modelos hidrogeológicos: se pueden desarrollar modelos hidrogeológicos para simular el comportamiento del agua subterránea y superficial en la mina y en su entorno. Estos modelos pueden ayudar a predecir posibles impactos ambientales y a diseñar medidas de mitigación necesarias.
 - Pruebas de permeabilidad: se pueden realizar pruebas de permeabilidad para evaluar la capacidad del suelo y las rocas para retener el agua. Esto puede ayudar a diseñar medidas de control de drenaje y a prevenir la contaminación del agua.

- Análisis de la calidad del agua: se pueden realizar análisis de la calidad del agua para evaluar la presencia de contaminantes y para determinar si el agua cumple con los estándares ambientales y de calidad del agua. Estos análisis pueden ayudar a diseñar medidas para tratar y controlar el agua.
 - Caracterización hidrogeológica: la caracterización hidrogeológica implica la recopilación y el análisis de datos hidrogeológicos. Esto puede incluir la recopilación de información sobre la permeabilidad, la porosidad, la conductividad hidráulica, la geometría de los acuíferos y la dirección del flujo de agua subterránea. La caracterización hidrogeológica puede ayudar a diseñar medidas para controlar el agua subterránea durante el cierre de la mina.
 - Pruebas de bombeo: las pruebas de bombeo pueden medir la cantidad de agua que se puede extraer de un acuífero en un período de tiempo determinado. Estas pruebas pueden ayudar a determinar la cantidad de agua que se debe extraer durante el cierre de la mina.
- ii) Estudios de hidrogeoquímica: proporcionar información sobre la calidad del agua subterránea y su impacto en el medio ambiente. A continuación, se describen algunos de los estudios de hidrogeoquímica que se pueden realizar para el cierre de una mina:
- Muestreo de agua subterránea: el muestreo de agua subterránea puede proporcionar información sobre la calidad y la composición química del agua en el área de la mina. Esto puede ayudar a identificar cualquier contaminación por metales pesados, sustancias tóxicas y otros contaminantes que puedan liberarse durante la operación y el cierre de la mina.
 - Análisis de metales pesados: los análisis de metales pesados pueden identificar la presencia y el nivel de concentración de metales pesados en el agua subterránea. Estos metales pueden liberarse durante el proceso de operación o cierre de la mina y pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana.
 - Análisis de la estabilidad del suelo: los análisis de la estabilidad del suelo pueden evaluar la capacidad del suelo para retener los contaminantes y prevenir su liberación en el agua subterránea. Estos análisis pueden ayudar a diseñar medidas de control de drenaje y prevenir la contaminación del agua.
 - Modelos de transporte de contaminantes: los modelos de transporte de contaminantes pueden simular la propagación de contaminantes en el agua subterránea y predecir su impacto en el medio ambiente y la salud humana. Estos modelos pueden ayudar a diseñar medidas de mitigación necesarias para prevenir la liberación de contaminantes y controlar su propagación.
- iii) Estudios geotécnicos: proporcionan información sobre la estabilidad del terreno y la seguridad estructural de las instalaciones mineras y sus alrededores. A continuación, se describen algunos de los estudios geotécnicos que se pueden realizar para el cierre de una mina:
- Evaluación de la estabilidad del talud: los estudios geotécnicos pueden evaluar la estabilidad de los taludes y laderas cercanas a la mina. Esto puede incluir la identificación de zonas de inestabilidad y la evaluación de los riesgos asociados.
 - Evaluación de la estabilidad de las estructuras: los estudios geotécnicos también pueden evaluar la estabilidad de las estructuras de la mina, como los edificios y las excavaciones subterráneas. Esto puede ayudar a determinar la seguridad estructural de estas instalaciones y si necesitan ser demolidas o estabilizadas.

- Análisis de la capacidad de carga del terreno: los estudios geotécnicos pueden analizar la capacidad de carga del terreno para determinar si es adecuado para la construcción de nuevas instalaciones en el área de la mina después del cierre.
 - Evaluación de la hidrología del terreno: los estudios geotécnicos pueden evaluar la hidrología del terreno para determinar cómo el agua subterránea y la superficie del agua pueden afectar la estabilidad del terreno y las instalaciones de la mina.
 - Modelos numéricos de análisis de estabilidad: los modelos numéricos de análisis de estabilidad pueden simular las condiciones del terreno y predecir la estabilidad de las instalaciones mineras y el terreno circundante. Estos modelos pueden ayudar a identificar y evaluar los riesgos geotécnicos y diseñar medidas de mitigación.
- iv) Estudios sísmicos: pueden ser importantes para el cierre de una mina, ya que pueden proporcionar información sobre la estabilidad de las rocas y el terreno en la zona de la mina, así como para evaluar el riesgo de eventos sísmicos que puedan ocurrir durante la operación, el cierre y poscierre. A continuación, se presentan algunos de los estudios sísmicos que pueden realizarse para el cierre de una mina:
- Tomografía sísmica: la tomografía sísmica se utiliza para crear imágenes tridimensionales de la estructura del subsuelo, lo que puede ayudar a evaluar la estabilidad de las rocas y el terreno en la zona de la mina. La tomografía sísmica también puede utilizarse para detectar zonas de debilidad o fracturas en el terreno que puedan representar un riesgo para la estabilidad durante la operación, cierre y poscierre de la mina.
 - Análisis de micro sismicidad: los análisis de micro sismicidad se utilizan para detectar y registrar eventos sísmicos de baja intensidad que pueden no ser detectados por métodos convencionales. Estos análisis pueden proporcionar información sobre la actividad sísmica en la zona de la mina y evaluar el riesgo de eventos sísmicos que puedan ocurrir durante la operación, cierre y poscierre de la mina.
 - Análisis de fracturas en el terreno: los estudios sísmicos también pueden utilizarse para evaluar la presencia de fracturas en el terreno y su relación con la actividad sísmica. La identificación de zonas de fractura puede ser importante para determinar la estabilidad del terreno durante la operación, cierre y poscierre de la mina.
 - Análisis de ondas de corte: los análisis de ondas de corte se utilizan para medir la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno. Esto puede proporcionar información sobre la densidad y la rigidez del suelo y las rocas, lo que es importante para evaluar la estabilidad del terreno.

II. Garantías financieras

Como parte de un plan de cierre de mina, la empresa minera debe garantizar los recursos para cubrir el costo de implementar las medidas de cierre necesarias para evitar peligros de estabilidad física y química a largo plazo. Para disminuir los riesgos de abandono y el aumento de pasivos mineros, se recomienda que el titular de la actividad constituya una garantía financiera capaz de asegurar al Estado la disponibilidad de estos fondos en caso de que finalmente no pueda cumplir total o parcialmente con las obligaciones relacionadas al cierre de la mina.

En Chile, la exigencia de garantías financieras para el cierre de minas está establecida por la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras (Ley N°20.551), que establece los requisitos y obligaciones para el cierre de faenas e instalaciones mineras en el país.

La Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras establece que los titulares de concesiones mineras deben presentar un plan de cierre de la faena o instalación minera a las autoridades mineras correspondientes. El plan de cierre debe incluir una descripción detallada de las actividades y costos necesarios para llevar a cabo el cierre, incluyendo la remoción de equipos, maquinarias y estructuras, y asegurar la estabilidad física y química de las instalaciones remanentes de una faena minera.

Una vez presentado el plan de cierre, las autoridades mineras evalúan y aprueban el plan, y establecen la cantidad de la garantía financiera que debe depositarse para garantizar que los costos de cierre sean cubiertos en caso de que la empresa minera no pueda cumplir con sus obligaciones.

La cantidad de la garantía financiera se establece en función de una evaluación de los costos del cierre de la faena o instalación minera, y varía según la ubicación, tamaño y complejidad de la faena o instalación minera.

La garantía financiera puede ser proporcionada en forma de depósito en efectivo, póliza de seguro, fianza bancaria u otra forma de garantía financiera aceptable por las autoridades mineras correspondientes.

Durante la operación de la faena o instalación minera, la garantía financiera debe actualizarse regularmente para asegurar que la cantidad sea suficiente para cubrir los costos de cierre. Una vez que la faena o instalación minera ha sido cerrada y se encuentran implementadas la totalidad de las medidas de cierre, la garantía financiera se libera en función de la evaluación de las autoridades mineras de la efectividad y cumplimiento del plan de cierre.

La exigencia de garantías financieras para el cierre de minas en Chile está regulada por la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, y establece la obligación de los titulares de concesiones mineras de presentar un plan de cierre de la faena o instalación minera, y depositar una garantía financiera para garantizar el cumplimiento del plan de cierre y abandono.

Finalmente, el principal objetivo de la garantía financiera en el cierre de minas es una medida de protección ambiental y financiera que busca asegurar que las empresas mineras cumplan con sus obligaciones de rehabilitación ambiental y cierre de sus instalaciones mineras al final de su vida útil o cuando se produzca el cese de sus operaciones. El objetivo de esta garantía financiera es cubrir los costos de restauración del área minera y asegurar al Estado los fondos necesarios para ejecutar el cierre en caso de un abandono o si es insolvente.

A. Exigencia de garantías financieras para asegurar financiamiento de cierre de la mina y evitar nuevos pasivo ambientales mineros

La exigencia de garantías financieras puede ayudar al Estado a asegurar los recursos necesarios para ejecutar el cierre de una faena minera en caso de abandono, y prevenir el aumento de pasivos mineros. Las garantías financieras son instrumentos financieros que se exigen a los operadores mineros como una forma de garantizar que tienen los recursos necesarios para cubrir los costos asociados con el cierre de la mina y la restauración del sitio después de que se hayan completado las operaciones mineras.

La exigencia de garantías financieras es una práctica común en muchos países y se ha implementado en respuesta a los riesgos ambientales y sociales asociados con la operación de minas. Si un operador minero no cumple con sus obligaciones de cierre y restauración, las garantías financieras pueden ser utilizadas por el Estado para financiar la ejecución del cierre y la restauración del sitio. De esta manera, el Estado puede asegurar que los costos asociados con el cierre y la restauración sean cubiertos y que el impacto ambiental y social de la operación minera sea minimizado.

Además, la exigencia de garantías financieras puede ser efectiva para prevenir el aumento de pasivos mineros. Los pasivos mineros son operaciones o instalaciones mineras abandonadas con o sin dueño donde no se realizó el cierre comprometido y evaluado por la autoridad competente. Si un operador minero no cumple con sus obligaciones de cierre y restauración, los pasivos mineros pueden aumentar significativamente, lo que puede tener impactos ambientales y sociales negativos a largo plazo. Al exigir garantías financieras, el Estado puede asegurarse de que los recursos estén disponibles para cubrir los costos de cierre y restauración, lo que puede prevenir el aumento de pasivos mineros.

En Australia, por ejemplo, las garantías financieras para el cierre de minas son una herramienta importante para asegurar que los operadores mineros sean responsables del cierre y la restauración de las áreas mineras.

Las garantías financieras son requeridas por el gobierno australiano como parte del proceso de aprobación de proyectos mineros y están diseñadas para garantizar que los operadores mineros tengan los fondos necesarios para cerrar y restaurar adecuadamente el sitio de la mina después de que la operación termine.

El proceso de exigencia de garantías financieras comienza cuando una empresa minera solicita un permiso para operar una mina. En el proceso de evaluación del permiso, el gobierno revisa y evalúa el plan de cierre y restauración de la empresa minera y determina la cantidad de garantía financiera que se requerirá para garantizar el cierre y la restauración adecuados del sitio.

La cantidad de garantía financiera requerida se basa en una serie de factores, incluyendo el tamaño y la complejidad del proyecto minero, el nivel de riesgo ambiental y social asociado con el proyecto, y la capacidad financiera de la empresa minera.

Una vez que se ha determinado la cantidad de garantía financiera requerida, la empresa minera debe proporcionar una garantía financiera, que puede ser una fianza bancaria, un seguro de garantía financiera o una garantía en efectivo. La garantía financiera se mantiene durante la vida útil de la mina y se utiliza para financiar el cierre y la restauración del sitio después de que la operación minera haya finalizado.

Si la empresa minera no cumple con sus obligaciones de cierre y restauración, el gobierno puede utilizar la garantía financiera para financiar las actividades de cierre y restauración necesarias. Si la cantidad de la garantía financiera es insuficiente para cubrir los costos de cierre y restauración, el gobierno puede utilizar otros recursos para cubrir la diferencia.

El sistema de garantías financieras para el cierre de minas en Australia asegura que los operadores mineros sean responsables del cierre y la restauración de los sitios de minas y garantiza que los fondos necesarios estén disponibles para financiar estas actividades.

B. Estimación de garantías financieras

La estimación de garantías financieras para el cierre de una mina, debe considerar un monto para implementar todas las actividades necesarias para lograr la estabilidad física y química y la rehabilitación ambiental de un sitio posterior al cese de las operaciones. Además, se debe considerar los estudios, monitoreos y mantenimiento necesarios para cumplir los objetivos de cierre. En la práctica, esto implica destinar recursos, estudios y monitoreos durante la operación con el objeto de lograr un cierre eficiente y efectivo en el largo plazo.

Durante la etapa de cierre y los cierres progresivos se desarrollan diversas obras de ingeniería civil, como demolición, cierres de acceso, instalación de señalética de advertencia de peligro, instalación de sistemas de cobertura, nivelación, sellado de galerías, reforestación de superficies, obras para el manejo de aguas, posibles infiltraciones, entre otros.

Durante la etapa de previa al cierre y durante el cierre, es necesario implementar un programa de monitoreo para garantizar que las medidas de cierre son las adecuadas y cumplen con el objetivo planificado.

Se debe destinar una parte de la garantía financiera al poscierre, con el objeto de cubrir las tareas de mantenimiento, actividades como reparaciones, mantenciones, cambio de señalética de peligro, cambio de revestimientos, nivelaciones, entre otras actividades que puedan ser necesarias para mantener las instalaciones remanentes estables a largo plazo.

El cierre efectivo de una mina se logra solo una vez que las instalaciones se encuentran estables física y químicamente, por lo que se debe demostrar desde el punto de estabilidad química que no existen drenajes y que no se está contaminando el agua subterránea o superficial, por ejemplo, si la relavera de una mina genera drenaje por cien años, su cierre tardará 100 años en ejecutarse y solo después de lograr demostrar que no existe drenaje, podrá avanzar a la etapa de poscierre. Desde el punto de vista de la estabilidad física el empresario minero debe asegurar que las instalaciones cumplirán con los factores de seguridad para mantenerse estables a largo plazo, esto implica evitar el ingreso de agua a estas instalaciones.

La garantía financiera se basa en el plan de cierre evaluado y aprobado por el Servicio Público correspondiente de cada país. En caso de que el plan de cierre incluya medidas sociales con un presupuesto asignado, la garantía podría cubrir también estas medidas. Por ejemplo, si el plan de cierre contempla acciones presupuestadas relacionadas con la reconversión de los trabajadores mineros en otros campos profesionales, como capacitaciones, asistencia en la elaboración de currículos o el fomento del desarrollo de otras actividades productivas para facilitar la transición social, los costos previstos en el plan de cierre deben incluirse en la garantía.

El monto de la garantía financiera debe abarcar las estimaciones de los costos incurridos durante la etapa de cierre y la etapa poscierre, así como los costos financieros asociados a la contratación de un tercero para llevar a cabo el proceso de cierre y poscierre.

Para la estimación de las garantías, se deberán considerar a los menos las siguientes actividades:

- **Elaboración del plan de cierre:** para la elaboración del plan de cierre inicial, se debe realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos asociados con el cierre de la mina. Identifica y evalúa los peligros potenciales, como la estabilidad de las estructuras, la contaminación del suelo y el agua, los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores y las comunidades cercanas, entre otros. Establece un cronograma realista para el cierre de la mina, teniendo en cuenta todas las actividades necesarias que se deben realizar durante la operación orientadas al cierre, incluir los cierres progresivos de las instalaciones no operativas y que no tienen vida útil asociada, esto permitirá realizar liberaciones de garantías durante la operación. Este análisis permitirá determinar el presupuesto requerido para llevar a cabo las actividades de cierre y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.
- **Evaluación del plan de cierre de minas:** revisar, actualizar y complementar el plan de cierre de minas existente, con el objeto de verificar si este presenta modificaciones de consideración, si las medidas establecidas son las adecuadas o requieren de modificación, dado los nuevos estudios de seguimiento y avance.
- **Identificación de actividades de cierre:** enumera todas las actividades requeridas para cerrar la mina de manera eficiente y por cada instalación. Esto puede incluir el desmantelamiento de infraestructuras, la remoción de equipos, la disposición adecuada de los residuos, la estabilización del terreno, la restauración de cuerpos de agua, cobertura de relaveras o rípios de lixiviación, control de infiltraciones, entre otros.
- **Estimación de costos:** una vez identificadas las actividades y medidas necesarias, para ejecutar el cierre, determina los costos asociados con cada una de ellas. Se deben considerar los precios de mercado para contratar servicios, obtener equipos y materiales, así como el costo de mano de obra y cualquier otro gasto relacionado. Las estimaciones de costos iniciales pueden considerar estudios de ingeniería conceptuales o de perfil, pero a medida que la vida útil disminuya, las empresas mineras deben profundizar en ingenierías básicas y en los últimos 5 años de vida útil, las minas deben contar con ingenierías de detalle, que le permitan al Estado contar con costos de cierre reales y con un buen respaldo de las cubriciones de las medidas.
- **Consideración de factores adicionales:** además de los costos directos de cierre (costos de las medidas), se deben considerar otros factores como los impuestos, las contingencias (para ingeniería conceptual 25% de contingencia, Ingeniería básica 15% de contingencia, ingeniería de detalle 5% de contingencia), y otros factores, como los costos de monitoreo ambiental a largo plazo, los gastos legales y administrativos, los costos de gestión de permisos y licencias.

- Ajustes y cálculos de inflación: dado que el cierre de minas puede ser un proceso a largo plazo, es importante tener en cuenta la inflación y los cambios en los costos a lo largo del tiempo. Realiza ajustes y cálculos para tener una estimación más precisa y realista de las garantías financieras requeridas.

Los requisitos y las regulaciones específicas pueden variar según el país y la jurisdicción. Es importante trabajar con profesionales especializados en cierre de minas y consultores financieros para obtener estimaciones precisas y cumplir con todas las obligaciones legales y regulatorias pertinentes.

C. Obras de cierre que deben considerar las garantías financieras

Los siguientes son costos directos que suelen estar incluidos en las estimaciones de las garantías financieras, en conformidad con el ICMM (2019):

- El desmantelamiento y la demolición de las estructuras y la limpieza de los sitios contaminados.
- La construcción de terraplenes, lo que comprende la reconstrucción de laderas, canales u otras vías fluviales, o la ampliación o instalación de mecanismos de protección contra la erosión, la remoción o el traslado de materiales, la construcción de sistemas de cobertura y la generación de fuentes de extracción de material de relleno.
- Las tareas de saneamiento, lo que comprende la recuperación de la vegetación (sembrar, plantar, etc.), la colocación de suelo vegetal, la fertilización, el mantenimiento y la inspección de la vegetación recuperada.
- La gestión del agua, incluidas las aguas superficiales y subterráneas (p. ej., el desmantelamiento o mantenimiento de los pozos de vigilancia, según corresponda).
- El tratamiento del agua, que comprende la construcción de plantas de tratamiento de agua, así como su puesta en marcha y mantenimiento.
- La remoción o colocación de revestimientos.
- El cierre de bocaminas y puntos de acceso subterráneo.
- Las señalizaciones y el control de acceso al sitio.
- El costo de vertido seguro o control de vertederos.
- El costo relacionado con la gestión a largo plazo del riesgo residual.
- Las investigaciones sobre el desmantelamiento y la planificación del cierre para elaborar diseños de cierre detallados.

D. Disposición de las garantías

La garantía financiera para el cierre de minas es un mecanismo utilizado por los Estados para respaldar la obligación financiera o mitigar el riesgo de abandono de una mina o una instalación minera. Corresponde al compromiso financiero que asume el titular minero frente al Estado con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud y seguridad de la población.

La disposición de una garantía financiera implica utilizar o liberar los fondos o instrumentos garantizados de acuerdo con las condiciones acordadas o establecidas por los diferentes gobiernos, por incumplimientos o según lo establecido por las regulaciones correspondientes. La forma específica de disposición puede variar según el tipo de garantía financiera y de acuerdo con las exigencias particulares de cada país.

La disposición de garantías financieras para el cierre de minas generalmente sigue un proceso específico que puede variar según las regulaciones y políticas locales. A continuación, se describe un proceso general para la disposición de garantías financieras en el cierre de minas:

- i) Establecimiento de las garantías: la empresa minera, como parte de sus obligaciones regulatorias, establece las garantías financieras requeridas para respaldar el cierre previo a la operación y establece sus obligaciones de poscierre de la mina. Estas garantías pueden tomar la forma de depósitos en efectivo, cartas de crédito, seguros de garantía u otros instrumentos financieros aceptados por la autoridad reguladora.
- ii) Evaluación de cumplimiento: antes de proceder a la disposición de las garantías financieras, la autoridad reguladora evalúa si las garantías dispuestas son suficientes para asegurar el cumplimiento de todas las obligaciones de cierre, establecidas en el plan de cierre de minas y las regulaciones aplicables. Esto puede incluir inspecciones en el sitio, revisiones de informes de monitoreo ambiental y otras verificaciones pertinentes.
- iii) Liberación gradual de las garantías: si se determina que la empresa minera ha cumplido con las obligaciones requeridas, la autoridad reguladora puede autorizar la liberación gradual de las garantías financieras, en la medida que se han ejecutado los cierre progresivos de las distintas instalaciones de la mina. Esto implica la devolución parcial de los fondos o garantías en función de los hitos o etapas completadas del cierre de la mina.
- iv) Evaluación de riesgos: antes de liberar completamente las garantías financieras de los montos equivalente al cierre, la autoridad reguladora debe realizar la auditoría final de cierre, la que le permitirá evaluar si los riesgos identificados fueron efectivamente controlados con las medidas de cierre implementadas. Esto puede implicar la revisión de informes de monitoreo ambiental a largo plazo, estudios de estabilidad física y química, estudios de cambio climático y otros estudios relevantes para asegurarse de que no existan riesgos significativos que puedan surgir en el futuro.
- v) Clausura y disposición final de las garantías: una vez que se haya completado el proceso de evaluación y se haya confirmado la satisfacción de las obligaciones de cierre, la autoridad reguladora puede proceder a la clausura formal y la disposición final de las garantías financieras. Esto implicará la devolución total de los fondos depositados para las medidas de cierre, pero el titular minero deberá dejar garantizado el costo de las obras de poscierre al Estado, con el objetivo de que las medidas se puedan mantener efectivas a perpetuidad.

El proceso de disposición de garantías financieras puede variar según las regulaciones específicas de cada jurisdicción y las condiciones establecidas en cada país.

Los instrumentos más comunes utilizados para disponer garantías en el cierre de minas en el mundo son los siguientes:

- Cartas de crédito;
- Fianza de cumplimiento;
- Fondos fiduciarios;
- Pólizas de seguro;
- Depósitos en efectivo;
- Garantía subsidiaria; y
- Estados contables/balance general.

A continuación, se entrega una descripción de ellos, para que los países puedan determinar el instrumento que mejor se ajusta a su legislación y a sus exigencias.

Cartas de crédito: las cartas de crédito son instrumentos financieros emitidos por una institución financiera, como un banco. La empresa minera obtiene una carta de crédito que garantiza que los fondos requeridos para el cierre de la mina estarán disponibles cuando sea necesario. Si la empresa no cumple con sus obligaciones de cierre, la autoridad reguladora puede acceder a los fondos de la carta de crédito para financiar las actividades de cierre y rehabilitación.

Fianza de cumplimiento o fianza de fiel cumplimiento del contrato posee varias de las características de una carta de crédito, solo que la entidad emisora es una compañía de seguros en vez de una institución bancaria. Al igual que la carta de crédito, la empresa minera y la compañía de seguros firman un acuerdo conforme al cual, la aseguradora asume la responsabilidad de los costos de saneamiento y cierre con arreglo al plan de cierre de minas aprobado por el Gobierno, en virtud de un conjunto acordado de términos y condiciones.

El Gobierno es el beneficiario de la fianza, y los cambios que se efectúen en los términos y condiciones, deben acordarse entre las tres partes: la empresa minera, la aseguradora y el Gobierno. En la práctica, se trata de un contrato entre tres partes.

La fianza de cumplimiento se emite por un tiempo determinado y se renueva antes de que expire, sobre la base de un análisis de la calificación crediticia de la empresa y los costos estimados para implementar el plan de cierre aprobado (IISD, 2019).

Fondos fiduciarios: cuyo control es ejercido por un administrador fiduciario externo y su gestión está en manos de un administrador de inversiones, quien es responsable de administrar los fondos de acuerdo con una política de inversión predeterminada. Las contribuciones al fondo fiduciario se realizan durante un período determinado, y solo el Gobierno puede realizar retiros conforme a los términos y condiciones establecidos (p. ej., para cubrir gastos de saneamiento y cierre cuando deba poner en marcha el plan de cierre aprobado). Al igual que la fianza de cumplimiento y las cartas de crédito, el monto se basa en el costo de implementación del plan de cierre aprobado. En vez de contar con una fecha definida de renovación, el fondo fiduciario es objeto de auditorías periódicas, tras las cuales, es posible que se modifiquen los términos y condiciones. Si el Gobierno queda satisfecho con la ejecución del plan de cierre tal como se había aprobado, el fondo fiduciario o lo que quede de él puede volver a manos de la empresa minera. Se recomienda que los ingresos que genere el fondo estén exentos de impuestos hasta su retiro (ICMM, 2005).

Póliza de seguro es un agregado relativamente reciente (desde principios de la primera década de 2000) a las opciones de garantía financiera que se usan en el plano internacional, este tipo de instrumento es utilizado por países mineros como: Estados Unidos, Canadá, Australia, Perú y Chile. Esta póliza funciona de un modo similar a un seguro personal en el sentido de que la empresa minera paga una prima que cubrirá determinado monto. Si bien es poco probable que una póliza de seguro llegue a cubrir el costo total de ejecución de un plan de cierre, esta opción se suele emplear más en combinación con otros instrumentos de garantía financiera. La póliza de seguro se basa en una proyección del costo de implementación del plan de cierre, la solvencia crediticia de la empresa minera y el valor de mercado de los activos mineros (ICMM, 2005).

Garantía subsidiaria: se entrega al Gobierno para que la venda o, de lo contrario, utilice los ingresos provenientes de la garantía para cubrir una fracción de los costos de implementación del plan de cierre aprobado. Esta opción solo es posible para las empresas mineras que disponen de garantías subsidiarias. Se requiere la participación de un auditor externo para que tase la garantía financiera al principio y, en lo sucesivo, lo haga de manera periódica (IISD, 2019).

Depósito en efectivo: se efectúan a favor del Gobierno a los fines de cubrir una parte del costo estimado de implementación del plan de cierre aprobado. Esta opción supone escasa administración periódica para la empresa minera, aunque exige costos iniciales elevados que pueden estar fuera del

alcance de las empresas más pequeñas. Las actualizaciones periódicas del plan de cierre y la estimación de los costos correspondientes deben reflejarse en el importe del depósito en efectivo y en el plan de desembolso de fondos. Se recomienda que el Gobierno o un tercero administre y audite la reserva de fondos de manera habitual para garantizar el manejo adecuado y que haya fondos suficientes para cubrir los costos de cierre previstos. En caso de que sea el Gobierno quien ejerza la administración de los fondos, probablemente, sea necesario establecer un mecanismo que permita apartar los fondos de los ingresos públicos periódicos y que garantice su existencia al momento del cierre. Es posible que surjan varios desafíos legales y estructurales a la hora de administrar los depósitos en efectivo de manera segura, justa y transparente. Es por lo que este método no se emplea en forma generalizada (IISD, 2019).

Estados contables o estados financieros: son documentos que proporcionan información financiera sobre la situación económica y el rendimiento de una empresa. Estos estados contables son considerados instrumentos financieros porque ofrecen una visión integral de la posición financiera de una organización y son utilizados para evaluar su desempeño, solvencia y capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras.

Los estados contables son instrumentos fundamentales para los inversores, acreedores, reguladores y otras partes interesadas, ya que les permiten evaluar la salud financiera de una empresa, su rentabilidad, su capacidad para generar efectivo y su cumplimiento con las obligaciones financieras. Estos estados contables también son utilizados para tomar decisiones de inversión, evaluar la gestión financiera y cumplir con los requisitos legales y de presentación de informes.

En el siguiente cuadro, se presentan los pro y los contra de cada instrumento, con el objetivo de dar un mayor número de herramientas a los países, para que determinen los instrumentos más adecuados, con los cuales se debe garantizar el cierre de la mina.

Cuadro 2
Los pros y contras de los instrumentos de garantía financiera

Instrumento financiero	Pros	Contras
Carta de crédito	<ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial bajo. • Tarifas negociables. • Por lo general, los gastos asociados con la apertura son deducibles. • Se requiere una administración mínima una vez que se emite. • Se puede disponer fácilmente de los fondos. • Los Gobiernos pueden reservarse el derecho de aprobar el banco. • No es necesario que el Gobierno administre los fondos directamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede estar limitada a empresas grandes y/o empresas con buena calificación crediticia. • Se debe pagar una comisión por el servicio a la institución bancaria, independientemente de si se extraen fondos o no. • Una empresa minera individual (que no sea una sociedad filial) no puede solicitarla, a menos que esta deposite primero el valor nominal de la carta de crédito en el banco. • Podría reducir la capacidad de endeudamiento de la empresa. • Es posible que se exija la renovación anual.
Fianza de cumplimiento (o fianza de fiel cumplimiento del contrato)	<ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial bajo. • Por lo general, los gastos asociados con la apertura son deducibles. • Se requiere una administración mínima una vez que se emite. • El capital está disponible para que lo utilice la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es más costosa que la carta de crédito. • La disponibilidad puede estar restringida en función de la calificación crediticia de la empresa. • Las tarifas se basan en la calificación crediticia de la empresa. • Una sociedad por acciones simplificada no puede solicitarla, a menos que esta deposite primero el valor nominal de la carta de crédito en el banco. Debe haber garantía de solvencia.
Fondo fiduciario	<ul style="list-style-type: none"> • Costos bajos de constitución. • La empresa minera no libera el control de sus fondos dado que el superávit proveniente de las contribuciones excesivas o los ingresos elevados se le reintegran tras la auditoría periódica o la correcta ejecución de las obras de cierre. • La sociedad lo comprende mejor y, por lo tanto, se considera un instrumento más transparente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dado que, en la mayoría de los casos, los gastos de cierre son elevados, el establecimiento y constitución de un fondo fiduciario adecuado puede llevarle mucho tiempo a la empresa minera. • Es posible que se exija un depósito inicial elevado. • Puede haber una depreciación de los fondos. • Es posible que haya que dedicar un gran esfuerzo a su administración y gestión.

Instrumento financiero	Pros	Contras
Póliza de seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que el costo inicial requerido sea menor al de otras opciones (p. ej., depósitos en efectivo, fondo fiduciario). • Puede que las primas sean deducibles. • Se requiere una administración mínima una vez que se establece. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las primas pueden ser costosas para algunos clientes, según la calificación crediticia. • Podría incluir otros gastos, como impuestos y gastos de corretaje de seguros. • El excedente acumulado.
Depósitos en efectivo	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere una administración mínima una vez que se establece. • Es posible que la sociedad lo comprenda mejor y, por lo tanto, se considere un instrumento más transparente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que se exija un depósito inicial elevado. • Hay un capital importante del que no puede disponer la empresa minera, quien es la que libera el control de sus fondos. • Podría reducir la capacidad de endeudamiento de la empresa. • Es susceptible de pérdida debido a fraude o robo; supone una carga administrativa para la entidad responsable del depósito.
Garantía subsidiaria	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere gasto inicial. 	<ul style="list-style-type: none"> • El acceso a los activos puede verse dificultado en caso de que una empresa se declare insolvente; escasa liquidez. • Se requiere una evaluación periódica de los activos. • Existen pocas probabilidades de que los activos de la garantía subsidiaria en el país lleguen a cubrir la totalidad de los costos de cierre.
Estados contables/ balance general	<ul style="list-style-type: none"> • Hay una larga tradición de su uso en el sector; es común para algunos Gobiernos. 	<ul style="list-style-type: none"> • La empresa debe contar con una larga trayectoria de estabilidad financiera. • El acceso a los activos puede verse dificultado en caso de que una empresa se declare insolvente; no necesariamente respeta el concepto de garantía financiera. • Baja aceptación de la sociedad.

Fuente: Guía Nacional para el Cierre de Minas con Garantías Financieras en la República de Argentina (IISD, 2019).

En América Latina solo Chile (Ley 20.551) y Perú (Ley 28.090) cuentan con una Ley de cierre de minas, si bien sus legislaciones tienen algunas diferencias en lo técnico, ambas leyes obligan a las empresas mineras a disponer garantías financieras que cubran las obligaciones derivadas del cierre.

A continuación, se presentan los instrumentos que son aceptados por cada uno de estos países.

Cuadro 3
Instrumentos financieros aceptados en Perú y Chile para las garantías del cierre de minas

Instrumentos financieros aceptados en Perú	Instrumentos financieros aceptados en Chile
1. Cartas de crédito u otro instrumento financiero equivalente	Instrumentos A1
2. Fianzas solidarias	1. Certificados de depósito a la vista
3. Pólizas de seguro (caución)	2. Certificado de depósito de menos de 360 días
4. Fideicomisos	3. Boletas de Garantía Bancaria
5. Propiedades más allá de las concesiones mineras	4. Cartas de Crédito Stand By
6. Títulos financieros que no sean emitidos por la empresa minera	5. Pólizas de garantía
7. El Ministerio de Energía y Minas también puede, por medio de una resolución ministerial, agregar otros tipos de garantías financieras a la lista de instrumentos aceptados	Instrumentos A2
	1. Instrumentos financieros de captación y deuda con clasificación de riesgo a lo menos A (AFP).
	Instrumentos A3
	1. Cesión de contrato de venta celebrado con Enami u otro poder comprador
	2. Prenda sobre el retorno de exportación
	3. Fianza solidaria de un socio controlador con clasificación de riesgo al menos A nacional o equivalente internacional, anualmente certificada

Fuente: Elaboración propia.

Por lo general los países cuentan con una gran alternativa de instrumentos para garantizar, estos instrumentos se clasifican de acuerdo con la liquidez y seguridad, los niveles de liquidez pueden ir desde fácilmente liquidable, medianamente liquidable y liquidable con restricciones. Cuando las empresas mineras cuentan con periodos extensos de vida útil se podría utilizar uno de los instrumentos sin importar el riesgo de liquidez, pero cuando la vida útil llega a los 8 años, los instrumentos que garanticen el plan de cierre deben ser solo instrumentos de fácil liquidez. Dado que, en el caso de un abandono, esto asegurará a los Estados a ejecutar el cobro de las garantías sin inconvenientes.

E. Liberaciones graduales e incentivo a los cierres progresivos

Las liberaciones graduales e incentivos a los cierres progresivos son estrategias que se utilizan para fomentar un enfoque gradual y progresivo en el cierre de minas, en lugar de esperar hasta el final de la vida útil de la mina. Estas estrategias tienen como objetivo reducir los impactos ambientales y sociales durante la operación de la mina, con el objeto de determinar cualquier riesgo durante la operación y minimizar los riesgos para el estado al final del cierre, así como disminuir los riesgos financieros asociados con el cierre repentino de las operaciones mineras.

Las liberaciones graduales implican la liberación de parte de las garantías financieras a medida que se cumplen ciertos hitos o etapas de cierre definidos en el plan de cierre de minas. Por ejemplo, se podrían liberar fondos cuando se complete exitosamente los hitos y medidas de cierre de una sección específica de la mina. Esta liberación gradual proporciona incentivos financieros para que la empresa minera cumpla con sus obligaciones de cierre de manera oportuna y efectiva.

Los incentivos a los cierres progresivos pueden adoptar diferentes formas y dependen de las regulaciones y políticas específicas de cada jurisdicción. Algunas formas comunes de incentivos incluyen:

- Reducción de las garantías financieras: las autoridades regulatorias pueden reducir gradualmente las garantías financieras requeridas a medida que se avanza en el proceso de cierre. Esto permite a la empresa minera liberar capital y recursos financieros a medida que se cumplen los compromisos de cierre de manera satisfactoria.
- Reconocimiento público y reputacional: las empresas mineras que implementan cierres progresivos y muestran un compromiso con la responsabilidad ambiental y social pueden recibir reconocimiento público y mejorar su reputación. Esto puede ser valioso en términos de relaciones con las comunidades locales, inversores y otras partes interesadas.

Es importante destacar que estas estrategias deben estar respaldadas por regulaciones claras y mecanismos de supervisión efectivos para garantizar que las empresas mineras cumplan con sus compromisos de cierre en cada etapa. Además, el monitoreo ambiental continuo y la participación de las partes interesadas son fundamentales para evaluar el progreso y asegurar la efectividad de los cierres progresivos.

No ejecutar el cierre progresivo en actividades mineras o industriales conlleva varios riesgos significativos. Algunos de estos riesgos son los siguientes:

- Aumento de los impactos ambientales: la falta de implementación de cierres progresivos puede resultar en una acumulación de impactos ambientales a lo largo del tiempo. Esto significa que los riesgos ambientales, como la contaminación del suelo y del agua, la degradación del ecosistema y la pérdida de biodiversidad, se amplificarán sin intervención temprana y continua.

- Costos financieros inesperados: el no realizar cierres progresivos puede llevar a costos financieros significativos en el futuro. Si los impactos ambientales no se abordan a medida que surgen, al final de la vida útil de la operación pueden ser mucho más costosas y difíciles de manejar. Esto puede poner en riesgo la viabilidad económica de la empresa y causar problemas financieros a largo plazo.
- Aumento de la responsabilidad legal y regulatoria: la falta de implementación de cierres progresivos puede resultar en incumplimiento de las regulaciones legales. Esto puede dar lugar a sanciones y multas por parte de las autoridades. Además, puede generar disputas legales con las partes interesadas afectadas, como comunidades locales u otras organizaciones, lo que puede dañar la reputación y la imagen de la empresa.
- Impacto en las comunidades locales: la falta de cierres progresivos puede tener consecuencias negativas para las comunidades locales. Los impactos ambientales no mitigados pueden afectar la calidad de vida de las comunidades, incluida la disponibilidad de agua potable, la salud y la seguridad. Esto puede generar conflictos sociales y dañar las relaciones entre la empresa y las comunidades locales, lo que a su vez puede afectar la licencia ambiental para operar.
- Riesgos para la salud y seguridad ocupacional: la falta de cierre progresivo puede aumentar los riesgos para la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores. Si no se toman medidas adecuadas para gestionar los riesgos y peligros durante la vida útil de la operación, los trabajadores pueden estar expuestos a condiciones inseguras y sustancias tóxicas, lo que aumenta el riesgo de accidentes y enfermedades ocupacionales.

No ejecutar el cierre progresivo en actividades mineras conlleva riesgos ambientales, financieros, legales, sociales y para la salud y seguridad ocupacional. Estos riesgos pueden tener impactos significativos a largo plazo en la empresa, las comunidades y el medio ambiente. Es fundamental implementar cierres progresivos para mitigar estos riesgos y promover una gestión responsable y sostenible de las operaciones.

F. Fondo de poscierre

El poscierre de una mina, también conocido como la etapa posterior a la implementación de la totalidad de las medidas de cierre, se refiere a la fase que sigue a la clausura de una operación minera. Esta etapa es de vital importancia y se lleva a cabo después de que la extracción de minerales ha finalizado y se han completado las actividades de cierre y monitoreos del sitio.

El objetivo principal del poscierre es mantener de forma operativa las medidas de cierre implementadas por la mina. Después de la ejecución del cierre de la totalidad de las medidas y de la verificación de estas mediante la realización de la auditoría final, el titular minero está en condiciones de abandonar el país y desligarse de cualquier obligación relacionada con el cierre. En esta etapa el Estado regresa las garantías financieras correspondiente a la ejecución de las medidas de cierre. Posterior al cierre debe haber un responsable de continuar con la mantención de las medidas de cierre en el largo plazo y este responsable es el Estado con los fondos que deja el titular minero para mantener a perpetuidad las medidas de cierre, a este fondo económico entregado por la empresa minera al estado se denomina "fondo de poscierre".

El costo de poscierre debe considerar la mantención, reparación y control de las medidas de cierre implementadas por la empresa minera en el largo plazo, en el caso de Chile las garantías financieras son dispuestas a perpetuidad.

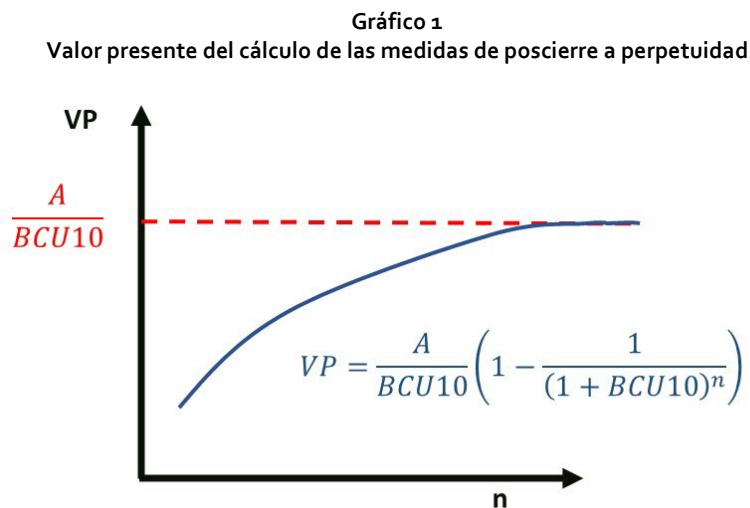
El aporte al fondo de poscierre debe calcularse con los costos anuales de las medidas de post cierre. Esta guía considera un escenario más favorable y con menos riesgos para los Estados, propondremos utilizar la fórmula a perpetuidad y utilizar como referencia el caso de Chile.

El cálculo de las medidas de poscierre a perpetuidad (CMPP), se realiza dividiendo la anualidad por la tasa. Lo anterior resulta de aplicar el concepto de Límite a la forma de la anualidad del valor presente cuando "n" tiende al infinito

$$CMPP = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{A}{BCU} \left(1 - \frac{1}{(1 + BCU)^n} \right) = \frac{A}{BCU}$$

Fuente: Ecuación N° 5 Guía Metodológica de cálculo determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20.551 Versión 02 2019.

Lo anterior, matemáticamente quiere decir que mientras mayores son los periodos "n", el denominador de la fracción $1/(1+BCU \geq 10)^n$ se irá haciendo más pequeño tendiendo a cero. Como consecuencia, la ecuación del valor presente tiende a $A/BCU^4 \geq 10$, siendo $CMPP=A/BCU \geq 10$.



Fuente: Guía Metodológica de cálculo determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20.551 SERNAGEOMIN Versión 03 2020.

⁴ Tasa de descuento de los Bonos en **Unidades de Fomento publicada** por el Banco Central (BCU) de al menos diez años, o el instrumento financiero emitido por dicho Banco que lo reemplace.

III. Auditorías

El objetivo principal de una auditoría de cierre de mina es evaluar y verificar si se han cumplido todas las obligaciones legales y regulatorias relacionadas con el cierre de la mina y la restauración ambiental.

El ciclo de la vida de una mina puede tomar décadas, antes del inicio de cierre. En Chile existen faenas que entre la fase de exploración y su cierre transcurrirán más de 100 años. Dado lo extensas de estas operaciones, las auditorías de cierre de minas han cobrado una gran importancia, permiten en este caso a los Gobiernos llevar el control y seguimiento de las actividades que se encuentran realizando las empresas mineras en materia de cierre, verificar si se cumplen los programas de avance de cierre presentados a la autoridad. Pero lo más relevante es que estas auditorías, sean realizadas por profesionales externos, ajenos a la empresa minera y al servicio público a cargo de la evaluación y fiscalización. Expertos con independencia de juicio, que no exista vinculación entre el auditor y el titular minero, pero que sean autorizados a trabajar como tales por el Servicio público correspondiente, sean supervisados por el Servicio y de acuerdo con instrucciones y planes de la respectiva auditoría emanada por el Servicio, pero pagados por la empresa minera.

Asimismo, releva a la institución de mantener una infraestructura fija adicional de recursos, que van a ocuparse en forma esporádica y se traspasa el costo de la auditoría al titular minero. Se asegura la transparencia e independencia del resultado, dado que la auditoría no será desarrollada por personal del titular minero ni por el Servicio público a cargo de la evaluación y fiscalización del plan de cierre. Los procesos de cierre son tan complejos que se hace necesario certificar por cuenta de un tercero habilitado por el Servicio, la verificación y eficiencia de las medidas de cierre propuestas, la implementación de los cierres progresivos de los planes de cierre aprobados, si se presentan cambios en la vida útil de la mina, cambios de la tecnología, modificaciones de los años de vida útil de las instalaciones, entre otros, hacen necesaria la certificación periódica del plan de cierre.

La creación de un registro público de auditores es importante por las siguientes razones:

- Garantiza la calidad de los servicios de auditoría: al mantener un registro de auditores públicos, se puede asegurar que solo los profesionales calificados y competentes pueden ofrecer servicios de auditoría. Esto aumenta la confianza del público en los servicios de auditoría y garantiza a las empresas, el Estado, los *stakeholder* y las organizaciones servicios de alta calidad y transparentes.

- Protege los intereses del Estado: los auditores públicos desempeñan un papel importante en la protección de los intereses de los Gobiernos, al tercerizar las auditorías aumenta la precisión y la integridad de la información técnica y financiera.
- Cumplimiento regulatorio: en muchos países, la ley exige que los auditores públicos estén registrados y cumplan con ciertos requisitos de educación, formación y experiencia para ofrecer servicios de auditoría. El registro de auditores públicos ayuda a cumplir con estos requisitos y garantiza que se cumpla con las estándares, leyes y regulaciones aplicables de cada país.
- Facilita la supervisión y el control: un registro de auditores públicos permite a las autoridades reguladoras supervisar y controlar mejor la industria de la auditoría, lo que ayuda a prevenir la mala conducta y a proteger los intereses del público.

A. Objetivo

El objetivo de una auditoría de cierre de mina es evaluar y verificar que las actividades comprometidas por el Titular minero se realicen de acuerdo con los requisitos legales, regulatorios y ambientales aplicables. El cierre de una mina es una etapa crítica en el ciclo de vida de una operación minera, y su objetivo principal es minimizar los impactos ambientales y sociales negativos después de que la actividad minera ha concluido.

Algunos de los objetivos específicos de una auditoría de cierre de mina pueden incluir:

- i) Evaluar si se han cumplido los requisitos legales y regulatorios relacionados con el cierre de la mina y la restauración ambiental.
- ii) Verificar que se han implementado adecuadamente todas las medidas de control y mitigación de impactos ambientales previstas en el plan de cierre y restauración ambiental.
- iii) Evaluar la efectividad de las medidas de monitoreo y seguimiento a largo plazo para garantizar que no haya impactos ambientales negativos después del cierre de la mina.
- iv) Evaluar la efectividad del Fondo de Poscierre para asegurar que se dispongan de los recursos financieros necesarios para implementar un plan de cierre y restauración ambiental adecuado.
- v) Identificar las lecciones aprendidas y las mejores prácticas para mejorar la planificación y gestión del cierre de la mina y la restauración ambiental en futuros proyectos mineros.

B. Tipos de auditorías

Existen varios tipos de auditorías de cierre de mina, cada una con un enfoque diferente. A continuación, se describen los principales tipos de auditorías de cierre de mina:

1. Auditoría periódica

Las auditorías periódicas son revisiones detalladas, regulares y sistemáticas, relacionadas con los avances del cierre futuro de la mina, en esta se revisa el avance de los estudios, de los compromisos de cierre, cumplimiento de cronogramas, evaluaciones de riesgos, ingeniería de los costos de las medidas, disposición de las garantías financieras, verificación del número de instalaciones, entre otros. Estas auditorías se realizan en intervalos regulares y predefinidos para garantizar que las prácticas y procesos del cierre de la mina cumplan con las normas y regulaciones aplicables. En general por lo extenso de los procesos de operación de una mina y de acuerdo con la experiencia internacional, se recomienda auditorías periódicas cada 5 años.

Las auditorías periódicas son una herramienta importante para garantizar la calidad, la eficiencia y la efectividad del proceso de cierre de una mina. Además, son útiles para identificar áreas de mejora y oportunidades para la optimización de tecnología y medidas.

2. Extraordinarias

Las auditorías extraordinarias se realizan de manera adicional a las auditorías regulares y son solicitadas por el Servicio público a raíz de situaciones especiales, para evaluar una situación específica o por la identificación de algún riesgo.

Las auditorías extraordinarias pueden ser detonadas por los servicios públicos a causa de alguna sospecha o evidencia de hallazgos. Estas auditorías tienen la función de determinar la existencia de posibles irregularidades o violaciones a las leyes y/o normativas aplicables, así como de identificar oportunidades de mejora y optimización de las medidas o procesos de cierre.

Se mencionan algunas de las causas de las auditorías extraordinarias (sobre la base de lo establecido por la ley 20.551 de Chile):

- Modificaciones sustanciales del Proyecto Minero original.
- Modificaciones a la fase de cierre que se consignaren en el permiso ambiental.
- Luego de reiniciadas las operaciones al cabo de una Paralización Temporal.
- Luego de haberse implementado a cabalidad el Cierre Parcial de una o más instalaciones remanentes de una Faena Minera.
- En todos aquellos casos calificados por el Servicio Público.

3. Voluntarias

Las auditorías voluntarias corresponden a revisiones que se realizan de manera voluntaria y no obligatoria, es decir, que no son requeridas por leyes o regulaciones. Estas auditorías son solicitadas por la empresa minera para introducir una adecuación o modificación del plan de cierre, para evaluar una mejora o modificación de una o más medidas de cierre, por ajustes financieros, entre otros y pueden utilizarse para demostrar transparencia y responsabilidad social.

Las auditorías voluntarias pueden tener diferentes objetivos, como, por ejemplo:

- Identificar oportunidades de mejora en los procesos, evaluaciones de riesgos o medidas de cierre.
- Obtener una opinión independiente sobre la veracidad y exactitud de la información de cierre presentada.
- Demostrar transparencia y responsabilidad social ante los *stakeholders* y la sociedad en general.
- Evaluar el cumplimiento de las políticas y procedimientos internos de la entidad.

4. Final de ejecución del plan de cierre

La auditoría final de cierre se refiere al proceso de revisión que se lleva a cabo una vez implementada la totalidad de obras, medidas y actividades comprometidas en el plan de cierre, con el objetivo de evaluar el éxito de las medidas implementadas y asegurar que se hayan cumplido todos los objetivos y metas de acuerdo con el plan de cierre aprobado.

Este proceso incluye la revisión detallada de todos los documentos y registros del proyecto, la evaluación de los resultados obtenidos, la identificación de cualquier problema o desviación del plan original y la recomendación de posibles soluciones.

Entre las principales actividades que se realizan durante la auditoría final de cierre se incluyen:

- Revisión de los entregables: se verifica que todos los entregables del proyecto se hayan completado según lo planificado y que cumplan con los requisitos establecidos.

- **Análisis de los costos:** se evalúa el presupuesto original del proyecto y se comparan los costos reales del presupuesto, se verifica que el fondo de post cierre corresponda a los costos de mantener operativa las medidas de cierre a largo plazo.
- Se identifican las desviaciones y se analizan las razones detrás de ellas.
- **Identificación de lecciones aprendidas:** se busca identificar las lecciones aprendidas durante el proceso de cierre y se documentan para utilizarse en futuros proyectos similares.
- **Preparación del informe final:** se elabora un informe final que incluya todos los análisis, desviaciones si es que existen, conclusiones y recomendaciones obtenidas durante la auditoría final de cierre.

La auditoría final de cierre es una parte crítica del proceso de cierre, ayuda a asegurar se hayan cumplido satisfactoriamente los objetivos del cierre y se pueden aplicar los aprendizajes adquiridos en otros proyectos.

C. Etapas de una auditoría

Una Auditoría contempla tres etapas:

1. Etapa preliminar de la auditoría

La etapa preliminar de la auditoría considera las siguientes actividades:

- Selección del auditor por parte del titular minero.
- Presentación del auditor y del programa de auditoría al Servicio Público.
- Revisión del programa de auditoría por parte del Servicio, este examen incluye el pronunciamiento de temas técnicos y administrativos. El Servicio dentro del plazo establecido, podrá realizar observaciones a la propuesta, las que deben ser subsanadas por el auditor y el Servicio deberá pronunciarse de los ajustes.
- Una vez aprobado el programa, se da por iniciada la etapa de Auditoría y comienzan a correr los plazos establecidos en el programa de auditoría estimado por el auditor.

2. Auditoría

La auditoría comprende el desarrollo de las siguientes etapas, las cuales se detallan y describen a continuación:

Cuadro 4
Etapas de la auditoría

Etapas	Actividades
Pre-Auditoría:	Consistirá en la revisión de antecedentes de la faena, entre los cuales incluirá: plan de cierre aprobado, permisos sectoriales, estudios de estabilidad física y estabilidad química que respalden las medidas de cierre propuestas. Actividad que permitirá entender la historia y los compromisos de la faena, esta etapa consistirá principalmente en actividades de gabinete. Con los resultados de esta etapa se planificarán las actividades para la próxima etapa.
Auditoría:	Esta etapa considera la ejecución de las actividades de terreno (visita a la mina y sus instalaciones).
Post Auditoría:	Etapa en la cual se consolidará y contrastará la información técnica y la recolectada en terreno, con esta información se elaborará el informe de auditoría.
Elaboración Informe	Dentro del plazo estipulado en el programa, el auditor hará entrega del informe al Servicio y al Titular Minero.

Fuente: Elaboración propia.

3. Revisión y pronunciamiento de la auditoría

Esta etapa comprenderá el plazo determinado por cada Servicio. Durante los primeros 10 días hábiles después de ingresar el informe al Servicio, este podrá citar al auditor, para que este entregue antecedentes detallados y pormenorizados de la auditoría, durante este plazo y el titular minero podrá realizar descargos al informe de auditoría, observaciones que serán ponderadas por el Servicio.

Una vez transcurridos los plazos establecidos por la autoridad, el servicio debe aprobar o rechazar la auditoría. Si es rechazada el titular minero deberá realizar otra auditoría y el auditor podría eliminarse del registro de auditores de planes de cierre.

Los resultados de la auditoría dependerán de los hallazgos detectados por el auditor.

D. Contenidos mínimos de un informe de auditoría

Un informe de auditoría de cierre de mina debe incluir los siguientes contenidos mínimos:

- Introducción: descripción del alcance, objetivos y metodología de la auditoría.
- Marco regulatorio: resumen de las leyes y regulaciones aplicables al cierre de la mina y la restauración ambiental.
- Evaluación del plan de cierre: revisión de compromisos ambientales de cierre, evaluación del plan de cierre de la mina aprobado, revisión de la restauración ambiental, incluyendo la efectividad de las medidas de mitigación y revisión de estrategias de monitoreos periódicos comprometidos.
- Cumplimiento legal: verificación del cumplimiento de las obligaciones legales y regulatorias relacionadas con el cierre de la mina y la restauración ambiental.
- Evaluación de los riesgos ambientales y sociales: evaluación de los riesgos ambientales y sociales asociados con el cierre de la mina, incluyendo la evaluación de los riesgos de contaminación del agua y del suelo, la erosión, contaminación del aire y los riesgos para la vida y salud de la población y el medio ambiente.
- Levantamiento de terreno: el auditor debe realizar al menos una visita a la mina, con el objeto de verificar en terreno el número y tipo de instalaciones, medidas comprometidas, solicitud de antecedentes, solicitud de respaldos de estudios y monitoreos, entre otros. El auditor deberá entregar un set fotográfico de la totalidad de las instalaciones visitadas, como verificador de revisión de la mina.
- Evaluación de los costos de cierre: evaluación de los costos de las medidas de cierre de la mina y la restauración ambiental, incluyendo los costos de mitigación de riesgos ambientales y sociales.
- Evaluación del costo de post cierre: se deberá evaluar los costos de post cierre y verificar que sean los adecuados, para mantener operativas las medidas de cierre de las diferentes instalaciones en el largo plazo.
- Conclusiones y recomendaciones: conclusiones y recomendaciones basadas en la evaluación realizada, con el objetivo de mejorar la gestión de cierre de la mina, la restauración ambiental, las medidas, los costos de cierre y poscierre, los estándares de monitoreo, entre otras.

En general, el informe de auditoría de cierre de mina debe ser claro, completo y transparente, proporcionando una evaluación objetiva y precisa del cierre de la mina y la restauración ambiental y proporcionando recomendaciones para mejorar la gestión de cierre de la mina.

E. Registro de auditores

Para implementar un registro de auditores de cierre de minas público se pueden seguir los siguientes pasos:

- i) Determinar un Servicio Público responsable a cargo de implementar el registro público de auditores y
- ii) Definir el alcance y los objetivos del registro de auditores de cierre de minas.
- iii) Identificar los requisitos para incluirse en el registro, como la formación académica y profesional, la experiencia en auditorías de cierre de minas, la experiencia en minería, la membresía en organizaciones profesionales relevantes, entre otros.
- iv) Establecer los criterios de evaluación de los auditores, que pueden incluir la realización de pruebas escritas, entrevistas y evaluaciones de desempeño. Además, permitirá llevar el control de los inscritos en el registro de auditores, en la medida que un auditor no responda de forma adecuada las pruebas, falle o cometa errores evidentes en una auditoría, este podrá eliminarse del registro.
- v) Crear una lista de auditores de cierre de minas que cumplan con los requisitos y criterios de evaluación establecidos por la autoridad competente.
- vi) Publicar la lista en un sitio web público o en otro medio accesible.

Las exigencias que debe tener un registro de auditores de cierre de minas incluyen:

- i) **Transparencia:** el registro debe ser accesible al público y debe proporcionar información detallada sobre los auditores incluidos, como su formación y experiencia en cierre de minas y en minería.
- ii) **Credibilidad:** el registro debe establecer requisitos claros y rigurosos para incluirse en él, y debe evaluar a los auditores de manera justa y consistente.
- iii) **Independencia:** el auditor debe ser independiente de cualquier entidad minera, para garantizar la imparcialidad y la objetividad en la selección de los auditores.
- iv) **Actualización:** el registro debe actualizarse regularmente para asegurarse de que los auditores incluidos sigan cumpliendo con los requisitos y criterios de evaluación establecidos.
- v) **Supervisión y monitoreo:** el registro debe ser supervisado y monitoreado por el servicio público competente, para garantizar su integridad y asegurar que se cumplan los requisitos y criterios de evaluación establecidos.

IV. Identificación de principales actores

Se identificarán a los principales actores e instituciones que intervienen en el proceso de cierre en cada uno de los países Altoandinos. El siguiente análisis se realizó a partir de las leyes y normativas asociadas al cierre de minas.

Bolivia: tal como sucede en Colombia y Ecuador, la regulación del cierre de minas en Bolivia está entregado al marco normativo ambiental⁵. En general, las actividades mineras deben contar con un estudio de evaluación de impacto ambiental, el que debe considerar un programa de cierre de operación y restauración del área (art. 23 literal m y 33, Reglamento de Prevención y Control Ambiental) (Morales y Hantke, 2020).

En Bolivia quien regula y supervisa el tema de cierre corresponde a los Gobiernos Municipales o el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, dentro del ámbito de su jurisdicción territorial, controlarán y vigilarán el impacto ambiental de las actividades mineras, de conformidad con lo dispuesto por la Ley del Medio Ambiente, sus reglamentos y el presente reglamento (art. 3, Reglamento Ambiental para Actividades Mineras DS 24782), (Morales y Hantke, 2020).

Colombia: actualmente Colombia no cuenta con una ley de cierre minas, por lo que las etapas de cierre y abandono minero no cuentan con exigencias y estándares de cierre.

La fase de cierre se ha indicado como un capítulo del Programa de Trabajos y Obras, como una obligación de los titulares de licencias ambientales de presentar, según el artículo 2.2.2.3.9.2. del Decreto 1076 de 2015, un Estudio tres meses antes de iniciar la fase de cierre y abandono, en el que se contenga la forma en la que esta se va a llevar a cabo.

⁵ Constituido, principalmente, por la Ley N.º 1333 (1992) del Medio Ambiente; el Reglamento a la Ley de Medio Ambiente (Decreto Supremo N.º 24176, 1995); el Reglamento General de Gestión Ambiental (modificado y complementado por el DS 26705); el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (modificado y complementado por DS 26705); y, el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (DS 24782, 1997).

Si bien no cuentan con una Ley de cierre de minas, en agosto del 2022, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), publicó la «Guía para la elaboración del plan de cierre y abandono de proyectos mineros», la cual es un instrumento orientador para la elaboración del plan de cierre y abandono que deben presentar los empresarios mineros en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), al momento de solicitar la licencia ambiental y en las actualizaciones quinquenales una vez el proyecto inicia su fase de operación. El Plan de Cierre y Abandono (PCA) y sus actualizaciones se debe presentar para la validación y aprobación a la ANLA (Guía para la Elaboración del Plan de Cierre y Abandono de Proyectos Mineros).

De acuerdo con esta guía, los planes de cierre y abandono deben incluir 10 aspectos en su análisis: riesgo, geoquímica, medio biótico, estabilidad física/geotecnia, atmósfera, paisaje, cambio climático, suelo, economía circular y medio socioeconómico.

Ecuador: en Ecuador, la evaluación y fiscalización de los planes de cierre está a cargo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Este ministerio es responsable de regular y supervisar las actividades relacionadas con el ambiente y los recursos naturales en el país.

El MAATE se encarga de evaluar los planes de cierre presentados por las empresas mineras y determinar si cumplen con los requisitos legales y ambientales establecidos. El plan de cierre se encuentra abordado como un sub-plan del plan de manejo ambiental y se denomina Plan de Cierre y Abandono. Además, realiza la fiscalización de los proyectos mineros durante su operación y después de su cierre para asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación y restauración.

El objetivo principal del MAATE en la evaluación y fiscalización de los planes de cierre es garantizar que se realicen las acciones necesarias para minimizar los impactos ambientales y sociales de la actividad minera, restaurar las áreas afectadas y asegurar la seguridad de las personas y del medio ambiente.

Chile: en Chile, la evaluación y fiscalización de planes de cierre está a cargo del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Este organismo es responsable de supervisar y regular las actividades relacionadas con la minería y geología en el país, incluyendo la evaluación y fiscalización de los planes de cierre de los proyectos mineros.

El plan de cierre es un requisito legal para las empresas mineras en Chile (Ley 20.551) y busca asegurar que una vez que se agoten los recursos o se termine la vida útil de una mina, se realicen las acciones necesarias para asegurar la estabilidad física y química del lugar, con el objeto de resguardar el medioambiente y la salud y seguridad de las personas.

SERNAGEOMIN se encarga de evaluar y aprobar los planes de cierre propuestos por las empresas mineras y también de supervisar su cumplimiento durante y después de la operación minera. Además, el organismo asegura que las medidas de cierre sean adecuadas para evitar riesgos a las personas y al medio ambiente.

Perú: en el caso de los titulares mineros de la Mediana y Gran Minería la autoridad competente para la evaluación del Plan de Cierre de Minas es el MINEM.

Una vez que el SENACE (Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones sostenibles) aprueba el instrumento de gestión ambiental (EIA), se debe tramitar la aprobación del plan de cierre de minas a nivel de factibilidad ante la DGAAM (Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros) del Ministerio de Energías y Minas.

La Dirección General de Minería (DGM) complementa la evaluación de los planes de cierre a nivel de factibilidad realizada por la DGAAM, para lo cual evalúa los costos de cierre y calcula la garantía ambiental. Una vez que DGAAM aprueba el expediente de cierre lo remite a la OEFA.

La OEFA posee facultades fiscalizadoras y de supervisión de los compromisos asumidos en los planes de cierre y OSINERGIN supervisa temas relacionados con la seguridad de las instalaciones mineras.

V. Recomendaciones

De acuerdo con todo lo expuesto tanto en la Guía de Cierre de Minas como en el presente Complemento de la Guía, hemos exhibido los riesgos que tiene asociados el no ejecutar el cierre de las instalaciones mineras, estos son los mismos riesgos que enfrentan los países al no contar con regulaciones o estándares de cierre de mina. Si un país no cuenta con una regulación adecuada o una ley específica de cierre de minas, puede enfrentar una serie de riesgos y desafíos, a continuación, presentamos algunos de los principales riesgos:

- **Impactos ambientales no controlados:** sin una regulación clara sobre el cierre de minas, existe el riesgo de que las empresas mineras abandonen las operaciones sin llevar a cabo medidas adecuadas para mitigar los impactos ambientales. Esto generará un aumento de los pasivos mineros, contaminación del agua y del suelo, la degradación de ecosistemas naturales y la liberación de sustancias tóxicas, lo que afecta negativamente la biodiversidad y la calidad de vida de las comunidades cercanas.
- **Riesgos para la salud y seguridad:** el cierre inadecuado de las minas puede dejar instalaciones peligrosas y estructuras inestables sin control. Esto aumenta los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores mineros, así como de las comunidades locales que pueden acceder a estas áreas.
- **Pasivos mineros no gestionados:** la ausencia de una legislación de cierre de minas puede resultar en una ausencia de gestión adecuada de los pasivos mineros, como los depósitos de residuos y las estructuras mineras abandonadas. Estos pasivos pueden representar riesgos a largo plazo, como la liberación continua de contaminantes y la afectación de los recursos hídricos subterráneos, así como problemas de estabilidad del terreno. Esto puede resultar en la persistencia de impactos ambientales y en la necesidad de intervenciones costosas de los Gobiernos en el futuro.
- **Conflictos sociales y descontento local:** la falta de una regulación clara y transparente sobre el cierre de minas puede generar desconfianza y conflictos entre las empresas mineras, las comunidades locales y otros actores involucrados. Sin la participación y consulta adecuada de las comunidades, así como la consideración de sus preocupaciones, existe un mayor riesgo de tensiones, protestas y disputas legales relacionadas con el cierre de minas.

- **Reputación internacional afectada:** la falta de una regulación robusta de cierre de minas puede afectar negativamente la reputación del país a nivel internacional. Las prácticas mineras irresponsables y la falta de cumplimiento ambiental y social pueden desalentar la inversión extranjera y afectar las relaciones comerciales. Además, los estándares internacionales de sostenibilidad y responsabilidad corporativa pueden no ser cumplidos, lo que puede llevar a críticas y sanciones por parte de la comunidad internacional.

En consecuencia, con el análisis realizado para los países Altoandinos, hemos querido entregar algunas recomendaciones de próximos pasos a seguir en materia de cierre de minas.

A. Bolivia, Colombia y Ecuador

Para Bolivia, Colombia y Ecuador la principal brecha radica en incluir el plan de cierre, como parte del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Esto sin duda afecta la finalidad del plan de cierre, cuyo objetivo debe ser evaluar las instalaciones remanentes en condición de cierre.

Los EIAs se centran en evaluar y predecir los posibles impactos ambientales y sociales de un proyecto antes de su implementación, en etapas previas al desarrollo minero. Estos estudios analizan aspectos como la calidad del agua, la biodiversidad, la salud humana, los recursos naturales, entre otros, y proponen medidas de mitigación y manejo de impactos.

Por otro lado, los planes de cierre se enfocan en definir las acciones y medidas que se deben tomar al finalizar la operación de un proyecto, con el objetivo de minimizar los impactos y riesgos ambientales y sociales a largo plazo. Estos planes incluyen la restauración de áreas afectadas, la gestión de residuos, la seguridad de las instalaciones a largo plazo, entre otros aspectos.

Al evaluar y manejar estos instrumentos de forma separada, se puede brindar una mayor atención y análisis a cada uno de ellos, asegurando que tanto el EIA como el plan de cierre cumplan con los requisitos y estándares establecidos por las distintas legislaciones o normativas. Además, esto permite una mayor participación y consulta pública en ambos procesos, lo que fortalece la transparencia y la toma de decisiones informada.

La evaluación de planes de cierre y EIA en conjunto, sin duda traerá consecuencias para los Estados, los costos de cierre no serán los adecuados y los riesgos aumentarán ante un eventual abandono. De acuerdo con este análisis las garantías de cierre dispuestas actualmente son insuficientes (caso Colombia y Ecuador, Bolivia no exige garantías) y en ningún caso representan los costos reales de la implementación de las medidas de un plan de cierre.

Bolivia, Colombia y Ecuador deben avanzar en legislar sobre el cierre de minas, con el objeto de manejar de forma separada los EIAs y los planes de cierre, ambos instrumentos no se pueden evaluar en forma conjunta, dado que representan un alto riesgo para sus Estados.

B. Chile

La principal debilidad de la ley de cierre de minas (20.551) en Chile, se encuentra en no incluir a la comunidad y el cambio climático en la planificación del cierre de la mina. Los planes de cierre en este país solo consideran un programa de difusión a la comunidad, este plan debe indicar la forma de implementación de las medidas contempladas en el plan de cierre de la Faena Minera. Las comunidades en general se vuelven dependientes de las actividades mineras y el cierre impactará en la economía de estas comunidades. Esto implica que la comunidad y otros actores relevantes tienen el derecho de informarse sobre el proyecto, expresar sus opiniones, realizar observaciones y participar en las decisiones relacionadas con el cierre de la faena minera. La ley de cierre debiera garantizar la participación de la comunidad en el proceso, así como medidas para mitigar los impactos socioeconómicos en la zona afectada.

Los periodos de cierre de minas, varía según el caso, la antigüedad, el mineral, tipo de minería, entre otros, aunque suele ubicarse en el orden de los diez a cientos años, dependiendo del tipo de medida a implementar (pasiva o activa). Dado lo largo de estas temporalidades, el cambio climático es un aspecto que ha tomado mucha fuerza actualmente y que debe considerarse en la planificación del cierre de una mina.

C. Perú

Perú cuenta con una ley de cierre desde el año 2003 se dicta, por el Congreso de la República, la Ley de Cierre de Minas (Ley N.º 28.090), esta Ley entra en vigor con la publicación de su reglamento en el año 2005. Si bien Perú es el primer Estado de los países Altoandinos en contar con normativa específica relacionada al cierre de minas, existen algunas recomendaciones que debiera incluir en sus próximas actualizaciones, con el objeto de disminuir los riesgos del Estado.

Las recomendaciones tienen relación con el periodo de poscierre y con el fondo de poscierre. A continuación, se presentan las consideraciones relacionadas a estos puntos.

Considerar un poscierre de minas de solo cinco años puede conllevar ciertos riesgos y desafíos, ya que este período puede ser insuficiente para abordar de manera adecuada algunos de los impactos y pasivos generados por la actividad minera. Algunos de los riesgos asociados incluyen:

- i) Responsabilidad y costos futuros: limitar el poscierre a solo cinco años puede resultar en una transferencia prematura de la responsabilidad de los pasivos ambientales a las comunidades locales o al gobierno. Esto puede generar problemas financieros y legales a largo plazo, ya que los costos de mitigación y gestión de pasivos pueden exceder los recursos disponibles en ese momento.
- ii) Pérdida de oportunidades de recuperación económica: un poscierre de corta duración puede dificultar la implementación de actividades económicas sostenibles y la generación de empleo en la zona minera después del cierre. Esto puede limitar las oportunidades de recuperación económica de las comunidades locales que dependían de la actividad minera.
- iii) Reputación y percepción negativa: la percepción de un enfoque de poscierre limitado puede generar desconfianza en las empresas mineras y en el sector en general. Esto puede afectar negativamente la reputación y las relaciones con las comunidades locales, las autoridades y otros actores interesados.

No contar con un fondo de poscierre para el cierre de minas puede dar lugar a una serie de riesgos y desafíos significativos. Algunos de los riesgos asociados con la falta de un fondo de poscierre incluyen:

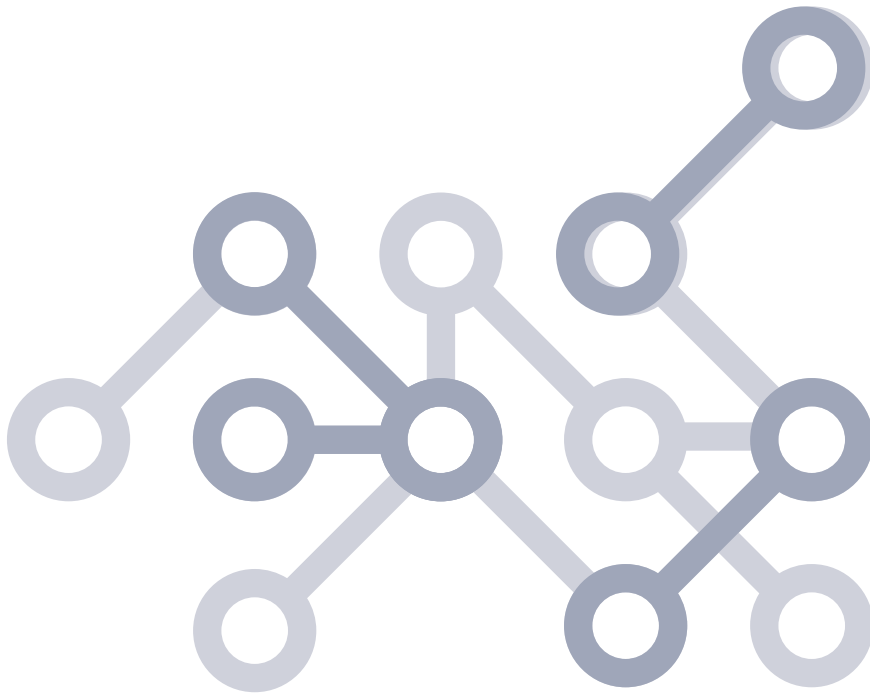
- i) Responsabilidad financiera: el cierre de minas implica la implementación de medidas de mitigación y rehabilitación ambiental, así como la gestión de pasivos mineros a largo plazo. Si no hay un fondo adecuado para respaldar estas actividades, la responsabilidad financiera recae en el Estado. Esto puede resultar en una carga económica para el gobierno.
- ii) Pasivos ambientales sin gestión: el cierre de una mina implica abordar los impactos ambientales generados durante la operación minera, como la remediación de áreas afectadas, la estabilización de estructuras y la gestión de residuos. Sin un fondo de poscierre, puede haber una falta de recursos financieros para llevar a cabo estas actividades de manera adecuada. Esto puede dar lugar a la persistencia de pasivos ambientales no gestionados, lo que representa riesgos para el medio ambiente y la salud de la población.

De acuerdo con los riesgos expuestos recomendamos que Perú pueda incluir el fondo de poscierre y un periodo de poscierre a perpetuidad, con el objetivo de que estas instalaciones no se transformen en un pasivo o en una carga financiera para el Gobierno.

Bibliografía

- Canadá, Mineral Resource and Mineral Reserve Committee (MRMR), Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM), Canadian Securities Regulatory Standards for Mineral Projects, National Instrument 43-101 (2011), "Standards of Disclosure for Mineral Projects (NI 43-101)". June, 2011. <https://mrmr.cim.org/media/1017/national-instrument-43-101.pdf>
- Chile, Ministerio de Minería (2019), "Ley 21.169 Modifica la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras e Introduce Otras Modificaciones Legales". Fecha de promulgación 19 julio 2019.
- _____(2015), "Ley N° 20.819 Modifica la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras e Introduce Otras Modificaciones Legales". Fecha de promulgación 14 marzo 2015.
- _____(2012), "Decreto N° 41 Aprueba el Reglamento de la Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras". Fecha de promulgación 12 de noviembre de 2012.
- _____(2011), "Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras". Fecha de promulgación 11 de noviembre de 2011.
- Colombia, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (2022), "Guía Para La Elaboración Del Plan De Cierre Y Abandono De Proyectos Mineros". https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/proyectos/02_transformacionales/03_nuevo_modelo/Documentos/05-09-2022-anla-guia-de-cierre-abandono-proyectos-mineros.pdf.
- Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) (2018). "Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el Cierre de Faena Minera del APEC". https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/FINAL-APEC-Checklist_NC302- PRE_mine-closures_Spanish.pdf.
- Gobierno de Australia (2016), "Cierre de Minas. Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera". Agosto, 2016. <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-closure-handbook-spanish.pdf>.
- International Council on Mining and Metals (ICMM) (2019), "Integrated Mine Closure, Good Practice Guide", 2nd Edition. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2019/guidance_integrated-mine-closure.pdf?cb=60008.
- _____(2018), "Financial Concepts for Mine Closure". <https://www.icmm.com/en-gb/guidance/environmental-stewardship/financial-concepts-for-mine-closure>.
- _____(2005), "Financial Assurance for Mine Closure". <http://icmm.uat.byng.uk.net/en-gb/publications/mine-closure/guidance-paper-financial-assurance-for-mine-closure-and-reclamation>.

- Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD) (2021), "Guía Nacional para el Cierre de Minas con Garantías Financieras en la República de Argentina", agosto de 2019. <https://www.iisd.org/system/files/2021-08/financially-assured-mine-closure-argentina-es.pdf>.
- Morales, A. L., y Hantke Domas, M. (2020), "Guía metodológica de cierre de minas", Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/166), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- Morales, A. L., (2020), "Historia, aplicación y análisis de la Ley núm. 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras en Chile", Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/94), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- República del Perú, Ministerio de Energía y Minas (2006), "Guía para la elaboración de Planes de Cierre de Minas". Abril, 2006. https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia_cierre.pdf.
- Rodríguez, C. y Julca, D. (2018), "Gestión del cierre de minas en el Perú: estudio técnico-legal sobre el alcance de la legislación peruana en el cierre de operaciones mineras", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/118), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, 2020), "Guía metodológica para la presentación y Actualización de planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general", Versión marzo 2020.
- _____ (2019), "Guía Metodológica de cálculo determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20.551", Versión 02, 2019.
- _____ (2018), "Guía Metodológica para Evaluación de la Estabilidad Física de Instalaciones Mineras Remanentes", 2018.
- _____ (2017), "Procedimiento Registro Público de Auditores Externos", Versión II, febrero 2017.
- _____ (2015), "Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras", 2015. <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/GuiaMetodologicaQuimica.pdf>.
- _____ (2014), "Guía metodológica de evaluación de riesgos para el cierre de faenas mineras", Versión 01 marzo 2014.



El presente complemento a la guía metodológica de cierre de minas proporciona un marco ampliado para el cierre de minas, profundizando en tres aspectos clave: análisis de riesgos, auditorías y garantías financieras. Estas materias son fundamentales para la implementación de un cierre de minas adecuado desde una perspectiva ambiental, social y económica. Este complemento está dirigido a los responsables de la toma de decisiones y se enfoca en los lineamientos mínimos que deberían cumplir los titulares mineros. Aborda en primera instancia el análisis de riesgos, que sin duda es uno de los principales instrumentos para elaborar un plan de cierre de mina, dado que el resultado es decisivo para identificar y evaluar los posibles impactos y peligros asociados con el cierre de una mina. Además, resalta la importancia de las garantías financieras y plantea alternativas de instrumentos financieros que podrán ser utilizados por los diferentes países. También presenta las auditorías como una herramienta adicional para los Estados, con el objetivo de evaluar la conformidad de las medidas de cierre con los requisitos legales, normativos y las mejores prácticas en el cierre de minas.

