



# GUÍA DE RECURSOS DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL CIERRE DE MINAS

Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable  
**Secretaría de Política Minera**



**Ministerio de Producción y Trabajo**  
**Presidencia de la Nación**

Agosto de 2019

---

# AUTORIDADES

## **Presidencia de la Nación**

Mauricio Macri

## **Ministerio de Producción y Trabajo**

Dante Sica

## **Secretaría de Política Minera**

Diana Carolina Sánchez

# EQUIPO DE TRABAJO

## **Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable**

Carolina Del Valle

## **Dirección de Gestión Ambiental Minera**

Cecilia Lichtschein y equipo: Andrés Makowiecki, Federico Martinez,  
Leandro Pirraglia y Luciana Maia Villalba

## **Dirección de Desarrollo Local**

Luciano Pafundi y equipo: Juan Martin Isla, Mariela Caffarena y Soledad  
Laclau

Asistencia general: María Belén Bertiller

---

# PRÓLOGO

Para la adecuada gestión ambiental y social de un proyecto de inversión de cualquier naturaleza, es necesario planificar todas las etapas de su ciclo de vida, incluso las etapas de cierre y el post-proyecto. Se debe pensar la intervención en toda su integralidad territorial (en un medio físico, biológico y social) y temporal (pasado, presente y futuro). Las grandes operaciones mineras son un claro ejemplo de proyecto intergeneracional.

Que esta guía se centre en el cierre de minas es una respuesta a la necesidad de dar relevancia a esta etapa de la actividad minera de mediana y gran escala en nuestro país, que en el pasado dio muestras de no ser considerada, desestimando el impacto ambiental remanente y alimentando el rechazo social por la actividad.

Entre los aspectos técnicos del cierre de una operación minera, hoy sabemos por la experiencia mundial que el cierre se diseña junto a la operación, incluyendo técnicas de cierre progresivo, en vez de iniciar la gestión del cierre cuando el yacimiento se agotó. También sabemos que hay una jerarquía de necesidades del cierre que empiezan por la estabilidad física y sigue con la estabilidad química, pero no debemos olvidar la transición socioeconómica y la planificación de los usos post-cierre con beneficio económico.

Tampoco es menor el tema de los costos del cierre de minas y las formas de garantizar el financiamiento de estas tareas. Por la experiencia internacional sabemos que entre el 70 y el 90 por ciento de los costos directos de cierre de minas metalíferas tienen vinculación con el manejo de colas.

Desde la Secretaría de Política Minera estamos abocados a fortalecer capacidades de gestión de esta actividad fundamental para el desarrollo equilibrado de la Nación. Esta guía, indiscutiblemente, brinda herramientas para la evaluación de planes de cierre de minas, pero más ampliamente para la comprensión de esta etapa de la minería que es necesaria para el sostenimiento de la actividad con cuidado del ambiente y las comunidades, así como para ser fuente de empleos verdes en el sector.

Ing. Diana Carolina Sánchez

Secretaria de Política Minera

Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación

# CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Marco normativo e Institucional.....</b>	<b>13</b>
3.1 Marco normativo nacional.....	14
3.2 Iniciativas a nivel internacional en un marco de sustentabilidad .....	15
3.3 Iniciativas, lineamientos y herramientas para el cierre de minas .....	17
3.4 Marco normativo internacional sobre cierre de minas.....	19
<b>4. Etapas de la vida de la mina y planificación para el cierre .....</b>	<b>21</b>
4.1 Prospección/ Exploración.....	22
4.2 Planificación .....	23
4.3 Explotación.....	23
4.3.1 Construcción y puesta en marcha .....	23
4.3.2 Operación .....	23
4.4 Cese de actividades .....	24
4.4.1 Cierre.....	24
4.4.2 Post-cierre.....	24
<b>5. El plan de cierre de una mina .....</b>	<b>25</b>
5.1 Objetivos del cierre de minas .....	26
5.2 Tipos de planes de cierre.....	26
5.2.1 Plan de cierre conceptual y. Plan de cierre detallado.....	27
5.2.2 Cierre temporal.....	28
5.2.3 Cierre anticipado o prematuro .....	28
5.2.4 Consideraciones sobre el cierre en etapa de exploración .....	28
5.3 Planificación del cierre .....	30
5.4 Aspectos técnicos, ambientales y sociales del cierre de minas.....	34
5.4.1 Estabilidad física .....	36
5.4.2 Estabilidad química.....	40
5.4.3 Manejo de colas o relaves .....	45
5.4.4 Manejo del agua .....	47
5.4.5 Gestión de la biodiversidad.....	51
5.4.6 Rehabilitación y restauración.....	53
5.4.7 Gestión social del cierre.....	58

---

<b>6. Enfoque basado en riesgos</b>	<b>62</b>
6.1 La evaluación de riesgos aplicada al cierre de minas	64
6.2 Evaluación de riesgos ambientales	66
6.3 Evaluación de riesgos sociales	68
6.4 Cambio climático y cierre de minas	73
6.5 Impactos acumulativos y cierre de minas	75
6.6 Manejo de contingencias y respuesta ante emergencias	78
<b>7. Procesos de consulta y participación ciudadana</b>	<b>81</b>
<b>8. Etapa de post-cierre y transferencia de custodia</b>	<b>88</b>
8.1 Actividades de cuidado y mantenimiento	89
8.2 Certificado de cierre y transferencia de custodia	91
<b>9. Estimación de costos y garantías financieras</b>	<b>93</b>
9.1 La estimación de costos de cierre	94
9.2 Garantías financieras	96
<b>10. Consideraciones sobre uso post-minero</b>	<b>100</b>
<b>11. Reconocimientos</b>	<b>104</b>
<b>12. Referencias</b>	<b>105</b>
<b>13. Listado de recursos</b>	<b>107</b>
<b>14. Créditos de imágenes</b>	<b>117</b>

# FIGURAS Y TABLAS

<b>Figura 1</b>	Etapas de la vida de la mina.....	22
<b>Figura 2</b>	Planificación del cierre de minas .....	27
<b>Figura 3</b>	Tipos de cierre en el ciclo de vida de la mina .....	28
<b>Figura 4</b>	Concatenación de las prácticas de planificación del cierre de minas en actividad.....	30
<b>Figura 5</b>	Aportes a los objetivos de cierre.....	31
<b>Figura 6</b>	Relación entre el Programa de Estabilidad Química y el ciclo de vida de la mina.....	41
<b>Figura 7</b>	Medidas de prevención y mitigación del drenaje ácido de roca....	42
<b>Figura 8</b>	Vista general del Programa de Caracterización del DAR por Etapa.....	43
<b>Figura 9</b>	Diseño y gestión del desvío de cursos de agua durante la explotación.....	48
<b>Figura 10</b>	Jerarquía de Mitigación.....	52
<b>Figura 11</b>	Relación entre la rehabilitación y restauración de ecosistemas....	54
<b>Figura 12</b>	Ecosistema rehabilitado estable y sostenible.....	55
<b>Figura 13</b>	Proceso de gestión de riesgos .....	64
<b>Figura 14</b>	Proceso de Evaluación de Riesgo en la Planificación del Cierre....	65
<b>Figura 15</b>	Etapas en la evaluación de riesgos ambientales para la emisión de sustancias nocivas.....	66
<b>Tabla 1</b>	Contenidos del plan de cierre .....	32
<b>Tabla 2</b>	Estabilización física y química .....	37
<b>Tabla 3</b>	Proceso de 10 pasos .....	79



Vista del sector Bajo El Durazno. Mina Alumbraera, Provincia de Catamarca, 2018.

---

# 1.

---

## INTRODUCCIÓN

---

El cierre es una etapa que indefectiblemente sucederá en la vida de una mina. Tarde o temprano, de forma prevista o no, el mineral económicamente disponible de una mina se acabará y la operación procederá a su cierre.

Aun cuando su ocurrencia es predecible para toda mina, no fue hasta épocas recientes que la etapa de cierre captó mayor atención por parte de los gobiernos y la industria. La evidencia de cierres de minas (o abandonos) sin planificación ni controles adecuados y/o sin una debida consideración de sus consecuencias ambientales, sociales y económicas, condujo progresivamente a nivel global, a la generación de regulaciones, lineamientos y estándares de gestión, respectivamente, cada vez más robustos.

En la actualidad, hay un consenso general respecto a que el cierre de una mina debe ser realizado de forma planificada desde la concepción del proyecto, considerando sus aspectos ambientales, sociales, culturales y económicos, entre otros, y brindando además amplia participación a los grupos de interés involucrados.

Motivada por este contexto internacional, la Argentina ha asistido a un proceso de profundización de sus políticas y elementos regulatorios sobre el cierre de minas; proceso que se da tanto en los ámbitos provinciales como en el nacional.

**El objetivo de esta guía es ofrecer un mapa de los temas clave, las buenas prácticas y los recursos disponibles relacionados con la etapa de cierre de minas y su planificación.**

El proceso de trabajo para la elaboración de esta guía consistió en la sistematización del “estado del arte” sobre la gestión y planificación de los cierres de minas, a partir de la revisión y análisis de la bibliografía especializada de mayor relevancia en la materia, incluyendo políticas, guías y lineamientos gubernamentales y de la industria.

La guía fue elaborada con un propósito doble.

En primer lugar, colaborar desde el punto de vista práctico, con la intensa labor de evaluación de planes de cierre que tienen las autoridades provinciales al facilitar el acceso a los (mejores) recursos y herramientas disponibles en la bibliografía especializada.

En segundo lugar, contribuir con el debate de fondo, a partir de dejar asentadas las bases conceptuales y proponer una visión y un entendimiento común para la construcción de una política sobre el “cierre de minas”.

Así, los principales destinatarios de esta guía son los agentes técnicos de los entes gubernamentales provinciales encargados de evaluar y fiscalizar las operaciones mineras y sus planes de cierre en sus diferentes etapas.

No obstante, esta guía también es de utilidad para las empresas mineras ya que, por un lado, ofrece una orientación general sobre las mejores prácticas y herramientas disponibles para la efectiva planificación del cierre de una operación. Por otro lado, expone el enfoque gubernamental en la materia y permite orientar la gestión en pos de anticiparse a futuros cambios regulatorios.

Por último, esta guía de recursos también puede serle de utilidad a la sociedad civil, tanto a organizaciones sociales como a la población asociada a las operaciones mineras. La presentación resumida de los aspectos inherentes a un proceso de cierre y su planificación puede aportar a una mejor comprensión sobre las buenas prácticas esperables, así como orientar y canalizar su participación y la observancia a las empresas que actúan en sus territorios.

Es importante remarcar que este mapa no ofrece acciones o medidas que puedan ser aplicadas directamente. En cambio, las buenas prácticas y los recursos presentados son de carácter orientativo que deben ser adaptadas a las singularidades de cada proyecto y su entorno territorial (ambiental, sociocultural, geográfico, etc.).

---

En relación al alcance de esta guía, dos aspectos deben enfatizarse. En primer lugar, que está principalmente enfocado a operaciones mineras de gran y mediana escala y que la pequeña minería solo se aborda de forma tangencial mediante el reconocimiento de que todas las escalas de la minería pueden beneficiarse con una planificación temprana de su cierre.

En segundo lugar, que el alcance de esta guía cubre ampliamente el cierre de la etapa de explotación y que solo cuando amerita se hacen menciones puntuales sobre el cierre de actividades de exploración avanzada. El cierre de actividades en etapas incipientes de exploración y etapa de prospección, no están considerados en el alcance de esta guía.

La guía está estructurada en base a un ordenamiento secuencial de los temas clave, considerando aspectos generales y tópicos específicos que pueden ser de importancia según cada contexto.

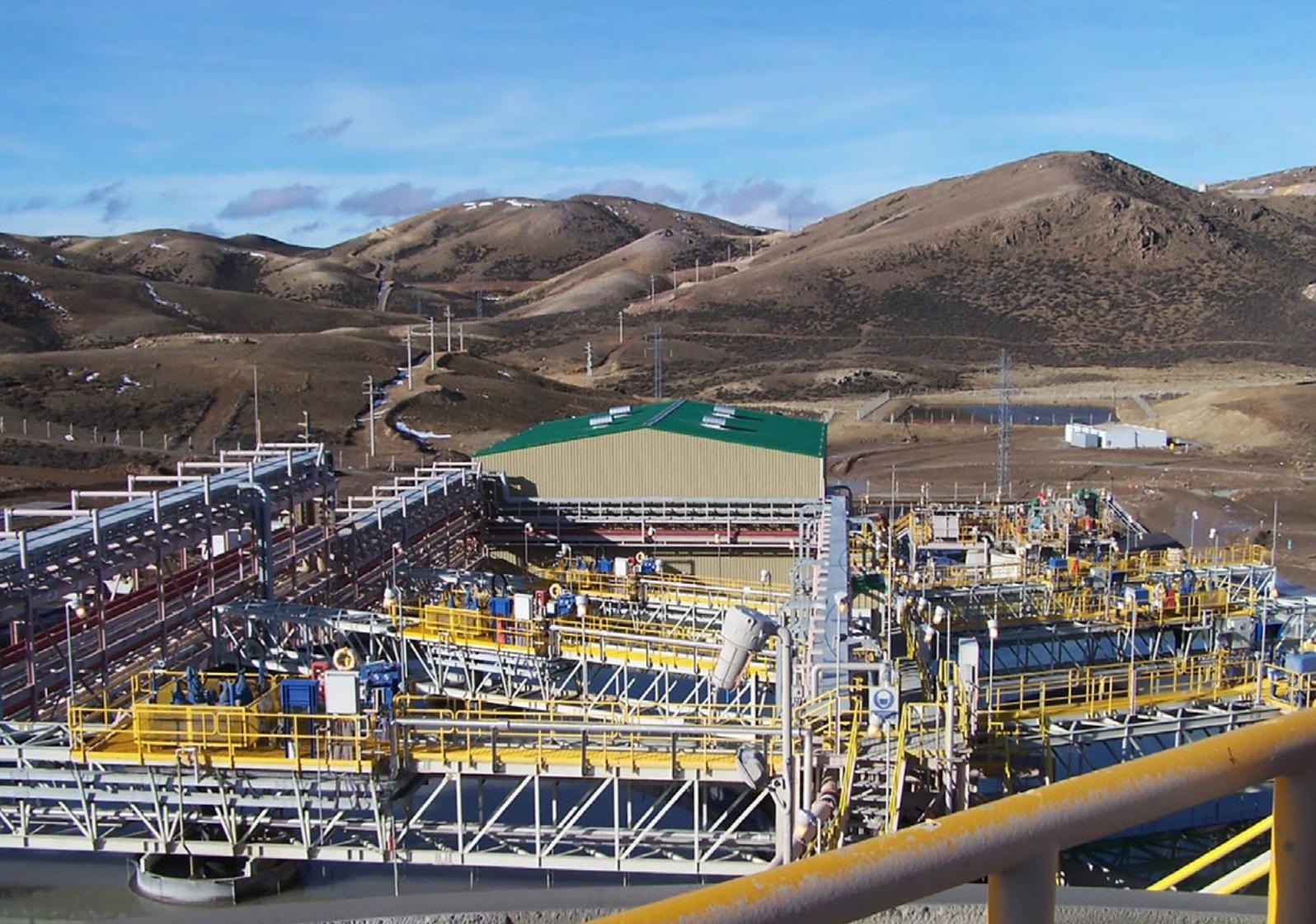
Cada una de las secciones presenta: i) una introducción al tema explicitando su importancia en el proceso y/o planificación del cierre, así como también su vinculación con otros temas, ii) la identificación y desarrollo de los aspectos clave que hacen a éste, y cuando resulta pertinente, iii) una selección de los recursos relacionados con el tema. Estos recursos se clasifican entre aquellos que resultan pertinentes porque brindan una buena cobertura de la temática para quienes quieren profundizar el tema, y aquellos que ofrecen herramientas para su abordaje concreto.

En definitiva, lo que este documento le ofrece al lector son las principales publicaciones disponibles a la fecha de las instituciones y especialistas referentes del sector, considerando que no constituye un listado exhaustivo de toda la bibliografía existente sobre esta temática.

El cierre de minas y su planificación como práctica específica en la Argentina ha comenzado más tardíamente que en el plano internacional. Esto representa la oportunidad de evitar los errores y adoptar las lecciones aprendidas por otros desde un primer momento. La elaboración de este mapa de temas clave,

buenas prácticas y recursos a partir de la bibliografía especializada representa un esfuerzo en tal sentido.

Aún queda por delante recorrer el camino propio de la adaptación y la maduración de todos los elementos que componen este mapa a las condiciones y realidades de la Argentina. A medida que se adquiera experiencia local en la planificación de formas seguras y sustentables de cierre y se gane confianza en la efectividad de las medidas implementadas (monitoreadas en el tiempo), se profundizará en la comprensión de los riesgos y sus vías de mitigación y de las oportunidades que presenta la etapa de cierre para el desarrollo de los territorios en los que la actividad minera se lleva adelante.



Planta de procesamiento. Proyecto Cerro Negro, Provincia de Santa Cruz, 2015.

---

# 2.

---

## ANTECEDENTES

---

Esta guía es producto del proceso de trabajo que viene desarrollando la Secretaría de Política Minera de la Nación Argentina a través de la Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable desde 2016, en el marco de las actividades relacionadas con la promoción de buenas prácticas socio-ambientales de la minería y las políticas sectoriales consensuadas en el Acuerdo Federal Minero (1).

La iniciativa de trabajar en una Política Nacional de Cierre de Minas surge en el Taller de Trabajo Técnico del Consejo Federal de Minería (COFEMIN), en octubre de 2016, en el que se plantearon los temas considerados como prioritarios para abordar a nivel federal respecto a la gestión ambiental y social de la actividad minera.

Estas temáticas y prioridades discutidas en el ámbito federal, fueron luego plasmadas en el Acuerdo Federal Minero (1), en el cual las Partes acuerdan establecer un régimen de cierre de actividades mineras que “regule en detalle y con arreglo a los mejores estándares aplicables, esta etapa del desarrollo minero”.

Desde fines de 2016, contamos con el apoyo técnico de excelencia del Canadian Interna-

“A closure plan should be developed in consultation with local communities and stakeholders – the policy should require that a proponent build a mine closure plan and the end land uses of the closed mine site based on thorough engagement with local communities and stakeholders” (Informe CIRDI, Abril 2017).

“Un plan de cierre se debe desarrollar en consulta con las comunidades locales y las partes interesadas: la política debe exigir que el proponente elabore un plan de cierre de mina y los usos del suelo post-cierre del sitio, en función de un compromiso verdadero con las comunidades locales y las partes interesadas.”

tional Resources and Development Institute (CIRDI), con el que la Secretaría de Política Minera firmó un acuerdo de colaboración técnica, con apoyo de la Embajada de Canadá, que incluyó talleres de trabajo abiertos y entrenamiento específico en buenas prácticas de cierre de minas.

Se llevaron a cabo cinco talleres de trabajo con el equipo de expertos del CIRDI entre 2017 y 2019, en los que participaron, además de las autoridades provinciales, funcionarios del gobierno nacional, representantes del sector privado, organismos académicos y representantes de la sociedad civil.

“Mine closure is an industry obligation. A mining company is solely responsible for fully closing its mining operations and carrying out all the work outlined in the mine closure plan including all the associated costs. This should be clearly stated in the mine closure policy.” (Informe CIRDI, Noviembre 2017).

“El cierre de la mina es una obligación de la industria. La compañía minera es la única responsable de cerrar completamente sus operaciones y de llevar a cabo todo el trabajo descrito en el plan de cierre, incluidos todos los costos asociados. Esto debe estar claramente establecido en una política de cierre de minas”.

Las temáticas de los talleres fueron variando desde bases conceptuales del cierre de minas, hacia temáticas específicas surgidas del interés de los participantes, tales como prácticas líderes en estabilización física y química incluyendo manejo del agua, profundización sobre los aspectos sociales y participación en cierre de minas, trabajo técnico especializado en costeo de cierre y herramientas de garantías financieras, entre otros.

Estos encuentros tuvieron una convocatoria creciente a lo largo del tiempo, lo que demostró el incremento del interés en las temáticas

---

relacionadas con el proceso de cierre de minas y sus principios, en un marco de sustentabilidad.

Como uno de los resultados de nuestro trabajo junto con las provincias y con CIRDI, se consensuaron algunos principios básicos

que deberían guiarnos en la elaboración de una Política Nacional de Cierre de Minas en Argentina, y sobre los cuales nos basamos para la construcción de esta guía y para continuar trabajando en este sentido:

1. El cierre de minas es un proceso complejo que debe considerar de forma integral y transdisciplinaria los aspectos ambientales, sociales y financieros.
2. Es fundamental la planificación temprana del cierre desde la concepción misma de un proyecto.
3. La planificación y ejecución del cierre deben incluir mecanismos de participación.
4. La minería hace un uso temporario de la tierra y requiere una adecuada gobernanza que contemple los posibles usos posteriores.
5. Una política de cierre de minas debe ser flexible y adaptable a las distintas escalas de producción y condiciones del entorno.
6. La planificación debe incluir actividades de cierre progresivas durante la operación.
7. Un enfoque basado en riesgos permite abordar los temas ambientales y sociales clave con vistas a los objetivos de cierre.
8. El plan de cierre es un documento vivo que debe crecer junto con el desarrollo de la operación, desde el plan conceptual al inicio del proyecto hasta un plan detallado antes del fin de la operación.

“Mine closure plans are a requirement of Environmental Impact Assessment – Mines should be planned and designed to include closure. At the very least, environmental impact assessment should require that a conceptual mine closure plan is approved by the appropriate regulatory authority prior to issuing mine permits”. (Informe CIRDI, Abril 2018).

“Los planes de cierre de minas son un requisito del Estudio de Impacto Ambiental (EIA): las operaciones mineras deben planificarse y diseñarse para incluir el cierre. Como mínimo, el estudio de impacto ambiental debe requerir que la autoridad competente apruebe un plan de cierre conceptual antes de emitir los permisos de explotación”.



Vista aérea de zona de construcción de pozas. Proyecto Olaróz, Provincia de Jujuy, 2018.

---

# 3.

---

## MARCO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

---

### 3.1 - MARCO NORMATIVO NACIONAL

En la República Argentina, la actividad minera se encuentra regulada principalmente por normativa nacional en conformidad con lo dispuesto por la Constitución Nacional en su Artículo 75 inciso 12. En ese sentido, el Código de Minería de la Nación regula entre otras cosas, los derechos mineros que pueden adquirirse, los modos en que éstos se obtienen, conservan y deben ejercerse y las relaciones de los titulares de los mencionados derechos mineros con los propietarios de los derechos superficiarios.

A su vez, y en virtud de la titularidad provincial de los recursos naturales -reconocida por el artículo 124 de la Constitución Nacional-, el Código de Minería establece que la autoridad de aplicación será designada por cada provincia en el ámbito de su jurisdicción. Por ello, en materia de procedimientos son las provincias quienes conservan la facultad de dictar y administrar los procedimientos mineros (tramitación, evaluación, control y fiscalización, entre otros).

En su versión original el código no contemplaba, de forma coherente con el contexto temporal de su dictado, previsiones de índole ambiental. Es por ello que mediante la Ley N° 24.585 se incorporó la Sección Segunda del Título XIII al Código de Minería de la Nación, denominada “De la protección ambiental para la actividad minera”, en la cual se establecen las condiciones a las que debe sujetarse la minería, incluyendo las actividades de “prospección, exploración, explotación, desarrollo, preparación, extracción y almacenamiento de sustancias minerales [...], incluidas todas las actividades destinadas al cierre de la mina” y las actividades de transformación, procesamiento y beneficio de sustancias minerales.

Específicamente en materia de cierre, el Código solamente hace una pequeña previsión en su artículo 249<sup>1</sup>, y mediante los artículos 251<sup>2</sup>, 253<sup>3</sup> y 262<sup>4</sup> establece la obligación de presentar un informe de impacto ambiental que incluya

algunos aspectos y medidas ambientales que guardan relación con la etapa de cierre. Es decir que no regula integralmente la etapa de cierre de minas.

Sin perjuicio de ello, el Código refiere en dos artículos (248 y 263) a las consecuencias y responsabilidades ante la ocurrencia de daño ambiental, lo cual podría darse en caso de no realizarse acciones adecuadas de cierre. Así, se establece que el daño ambiental debe mitigarse, rehabilitarse, restaurarse o recomponerse. No se incluye expresamente la obligación de “prevención”, pero ello es un principio rector en materia ambiental que surge y resulta aplicable por lo dispuesto por el Art. 41 de la Constitución Nacional y la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental N° 25.675.

---

1- Art. 4 inciso “a” Ley 24.585.

2- Art. 6 Ley 24.585.

3- Art. 8 Ley 24.585.

4- Art. 17 Ley 24.585.

## 3.2 - INICIATIVAS A NIVEL INTERNACIONAL EN UN MARCO DE SUSTENTABILIDAD

En el contexto internacional, existen diversas iniciativas que impulsan la adopción de directrices y mejores prácticas para la actividad minera con respecto a su desempeño ambiental, social y económico. Desde fines de los años noventa e inicios del siglo XXI, se crearon iniciativas enfocadas en mejorar la perspectiva de la industria a nivel global, promoviendo una minería más responsable y comprometida a contribuir al desarrollo sustentable de cada país.

En este sentido, algunas de las iniciativas más importantes que se han desarrollado a nivel internacional son las siguientes:

### MARCO DE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL CONSEJO INTERNACIONAL DE MINERÍA Y METALES (ICMM Sustainable Development Framework):

Esta iniciativa tiene como base un conjunto de 10 principios de desarrollo sostenible. El ICMM exige a sus miembros que apliquen íntegramente los principios e informen sobre su desempeño de manera transparente. Los informes están en línea con el Global Reporting Initiative (GRI), se monitorean y verifican de forma independiente y los resultados se divulgan públicamente.

Para más información: <https://www.icmm.com/es/miembros-del-icmm/compromisos-de-los-miembros/los-10-principios-del-icmm>

### MARCO DE POLÍTICAS MINERAS DEL FORO INTERGUBERNAMENTAL SOBRE MINERÍA, MINERALES, METALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE:

El Foro (IGF, por sus siglas en inglés) apoya a más de 60 naciones comprometidas con la movilización de los recursos de la minería para el desarrollo sostenible, a fin de garantizar que se limiten los impactos negativos y se compartan los beneficios financieros. Está dedicado a la optimización de los beneficios de la minería para lograr la reducción de la pobreza, el crecimiento inclusivo, el desarrollo social y la adecuada gestión medioambiental. Esta iniciativa se establece en el “Marco de

Política Minera para el Desarrollo Sostenible”, herramienta emblemática del IGF que establece objetivos y procesos concretos para una buena gobernanza. El marco contiene seis pilares, de los cuales tres se relacionan directamente con la etapa de cierre de minas: 1) Entorno jurídico y de políticas, 2) Optimización de beneficios socioeconómicos y 3) Transición posterior a la minería.

Para más información: <https://www.igfmining.org/mining-policy-framework/framework/>

### INICIATIVA DE TRANSPARENCIA DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS (Extractive Industries Transparency Initiative – EITI):

Es un conjunto de principios y procedimientos destinados a fortalecer la responsabilidad y la gobernanza transparente en países ricos en recursos a través de la verificación y publicación completa de los pagos de empresas y los ingresos del gobierno por petróleo, gas y minería. Es una coalición de gobiernos, empresas, grupos de la sociedad civil, inversionistas y organizaciones internacionales, a la cual Argentina se incorporó en 2019.

Para más información: <http://eiti.org/es>

### INICIATIVA DE REPORTE GLOBAL (Global Reporting Initiative – GRI):

Es una organización en red que elaboró un marco integral de informes de sustentabilidad con los principios e indicadores para que las organizaciones puedan medir y reportar su desempeño económico, ambiental y social.

Cuenta además con un Suplemento para el Sector de Minería y Metales.

Para más información: <https://www.globalreporting.org/information/sector-guidance/sector-guidance/mining-and-metals/>

### PRINCIPIOS VOLUNTARIOS DE SEGURIDAD Y DERECHOS HUMANOS:

Estos principios, a los que el Estado argentino adhirió en 2018, plantean un amplio marco para ayudar a las empresas a operar de manera que proporcionen seguridad a sus instalaciones respetando los derechos humanos

---

y las libertades fundamentales. Involucran a gobiernos, compañías y organizaciones no gubernamentales (ONGs).

Para más información: <http://www.voluntaryprinciples.org>

### CARTOGRAFÍA DE LA MINERÍA EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: UN ATLAS (2016):

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) constituyen el plan de acción mundial en favor de la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo

económico. El documento mapea los 17 ODS que tienen implicancias tanto para la minería como para el cierre de minas.

Disponible en: [http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mapping\\_Mining\\_SDGs\\_An\\_Atlas\\_SP.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas_SP.pdf)

Considerando que en los últimos 20 años se han desarrollado múltiples iniciativas relacionadas con la sustentabilidad, la responsabilidad y/o el desempeño ambiental y social del sector, a continuación se indican dos publicaciones que identifican y comparan las diversas iniciativas creadas:

## RECURSOS

» **State of Sustainability Initiatives Review: Standards and the Extractive Economy. IISD – IGF, 2018.** Disponible en: [web](#)

La publicación examina la intersección de las iniciativas voluntarias de sostenibilidad (VSI) y el desarrollo sostenible dentro del sector minero. Resume los principales problemas de sostenibilidad en el sector minero, analiza la relación dinámica entre la política pública y los estándares de sostenibilidad y proporciona un análisis sistemático de 15 iniciativas principales de sostenibilidad en el sector minero.

» **Sustainability Schemes for Mineral Resources: A Comparative Overview. Kickler, K. and Franken, G. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 2017.** Disponible en: [web](#)

Este informe presenta una visión general comparativa de 19 esquemas de sostenibilidad, sus características y describe de manera más precisa las actividades de gestión enfocadas, las diferencias para el cumplimiento de los estándares en cuanto a: su diseño, trazabilidad, garantía y transparencia.

---

### 3.3 - INICIATIVAS, LINEAMIENTOS Y HERRAMIENTAS PARA EL CIERRE DE MINAS

A la par del crecimiento de iniciativas orientadas a promover las mejores prácticas en materia de sustentabilidad y responsabilidad del sector, comenzó a prestarse mayor atención a la etapa de cierre. Experiencias relacionadas con cierre de grandes proyectos demostraron la criticidad de esta etapa en el ciclo de vida de una mina y que si el proceso de cierre no era debidamente diseñado y planificado podía traer grandes costos ambientales, sociales y económicos para los gobiernos, las empresas y en especial para las poblaciones locales. En cambio, que la debida consideración de esta etapa podía traer nuevas oportunidades para todos los actores prolongando los beneficios de la actividad aun luego de la finalización de una operación.

El entendimiento de la importancia del cierre derivó en la proliferación de instrumentos regulatorios en países con intensa actividad (ver Sección 3.4 para un detalle) y la sistematización de buenas prácticas en la materia a partir de guías, estándares y otras herramientas de gestión.

A continuación se indican una serie de documentos surgidos en los últimos años al respecto (comenzando por lo más reciente):

#### **INTEGRATED MINE CLOSURE. GOOD PRACTICE GUIDE, 2ND EDITION (ICMM, 2019):**

El ICMM es una de las organizaciones de mayor reconocimiento y fuente de referencias para el sector minero. En esta guía dedicada exclusivamente a la etapa de cierre, el ICMM expone su visión respecto de abordaje y tratamiento del cierre. Entiende a esta etapa como una parte orgánica del negocio central de las operaciones y como un proceso integrado que combina los aspectos ambientales, sociales y económicos desde una etapa temprana en desarrollo de una mina. La guía presenta los elementos clave de la planificación del cierre y un kit de 12 herramientas de aplicación práctica que incluyen, entre otros, la definición de objetivos de cierre, la planificación de monitoreos, evaluación de riesgos, mensajes

clave para la transición social, consideraciones de cambio climático, inversión social y documentación asociada al proceso de cierre. Disponible en: [https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/closure/190107\\_good\\_practice\\_guide\\_web.pdf](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/closure/190107_good_practice_guide_web.pdf)

Es importante aclarar que esta guía es una actualización (segunda edición) de una publicación previa que el ICMM hizo en 2008, también muy recomendable consultar:

#### **PLANIFICACIÓN PARA EL CIERRE INTEGRADO DE MINAS (ICMM, 2008):**

El ICMM ha desarrollado este documento, un conjunto de 13 herramientas destinadas a promover un enfoque disciplinado y detallado para la planificación de cierre de minas. Los temas del kit de herramientas incluyen, por ejemplo, la participación de los grupos de interés, los planes de cierres conceptuales y detallados, desmantelamiento y planificación posterior al cierre, entre otros. Las herramientas ofrecidas en este documento se basan en la participación de la comunidad, la planificación temprana del cierre, la implementación operativa de la planificación progresiva del cierre y un enfoque multifuncional en estrategias efectivas. Disponible en: <http://www.icmm.com/website/publications/es/planificacion-del-cierre-integrado-de-minas-equipo-de-herramientas.pdf>

#### **LISTA DE VERIFICACIÓN DE CIERRE DE MINAS PARA GOBIERNOS (Mine Closure Checklist for Governments, APEC 2018):**

Este documento fue desarrollado por el Grupo de Trabajo de Minería del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés). Proporciona una serie de pasos lógicos y secuenciales que permiten a los gobiernos identificar brechas en su marco actual de cierre de minas e identificar cómo abordar esas brechas, basándose en directrices y estándares internacionales líderes, así como en la experiencia internacional. Disponible en inglés: <https://www.apec.org/Publications/2018/03/>

---

Mine-Closure---Checklist-for-Governments y en español: [https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/FINAL-APEC-Checklist\\_NC302-PRE\\_mine-closures\\_Spanish.pdf](https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/FINAL-APEC-Checklist_NC302-PRE_mine-closures_Spanish.pdf)

### PROGRAMA DE PRÁCTICAS LÍDERES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA INDUSTRIA MINERA (Gobierno de Australia, 2016):

El Departamento de Industria, Innovación y Ciencia de Australia presentó por primera vez este programa en 2006, con una serie de manuales que promueven las prácticas mineras sostenibles. Los manuales proporcionan una guía contemporánea y práctica sobre las prácticas líderes en torno al impacto ambiental, económico y social a través de todas las fases de extracción de minerales, desde la exploración hasta la construcción, operación y el cierre de minas. Con el objetivo de brindar a compañías mineras, las comunidades y los reguladores información sobre los principales enfoques de mejores prácticas sostenibles para la gestión de la minería, en 2016, una nueva edición con una serie de 17 manuales fue publicada.

Disponible en: <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/leading-practice-hand-books-for-sustainable-mining>

### GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL CIERRE DE MINA. INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM, 2015):

La guía incluye la definición de buenas prácticas para la planificación del cierre ordenadas en siete directrices que incluyen entre otros, aspectos relacionados con la planificación temprana, el involucramiento de grupos de interés, el registro y documentación de información, la estimación de costos de cierre, el seguimiento al desarrollo socioeconómico local y la actualización periódica de la planificación. Al igual que en las guías antemencionadas, incorpora en apéndices herramientas prácticas para la implementación de las directrices.

Disponible en: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006002.pdf>

### NORMA ISO DE CIERRE Y RECUPERACIÓN DE MINAS:

Un subcomité de la Organización Internacional de Normalización (ISO) está desarrollando actualmente un estándar para el cierre y recuperación de minas, junto con un estándar sobre terminología para el cierre de minas. Más información en: <https://www.iso.org/committee/5052041.html>

### TOWARDS SUSTAINABLE MINING (MAC, 2004):

“Hacia una minería sostenible” (TSM, por sus siglas en inglés) es un programa creado por la Asociación Minera de Canadá (MAC<sup>5</sup>) y conforma un conjunto de herramientas e indicadores que sirve para propulsar el desempeño y garantizar que los principales riesgos de la minería se gestionen de forma responsable por las compañías miembro. En 2008, la MAC adoptó un marco de TSM para el Cierre de Minas, a través del cual los miembros se han comprometido a trabajar con las comunidades para desarrollar planes de cierre y estrategias para mitigar los impactos socioeconómicos del cierre de la mina, identificando los valores que son importantes para la comunidad e incorporándolos en los objetivos de recuperación.

Para más información sobre el marco: <http://mining.ca/towards-sustainable-mining/hacia-una-mineria-sostenible>.

En 2016, la Cámara Argentina de Empresas Mineras (CAEM) decidió adoptarlo y adaptó el TSM para su implementación en la Argentina, elaborando en 2018 un protocolo específico para la administración de cierres de mina. Los indicadores de desempeño establecidos por este protocolo refieren a: i) la política de cierre y directrices operativas, ii) El sistema de planificación y gestión del cierre (planificación, cierre progresivo y actividades post cierre), y iii) Informes y reportes sobre el cierre de mina. Disponible en: <http://www.caem.com.ar/uploads/Protocolo%20de%20Cierre%20de%20mina%20FINAL%2020-08-18.pdf>

---

5- Del inglés Mining Association of Canada.



Monitoreo de flamencos. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy.

### 3.4 - MARCO NORMATIVO INTERNACIONAL SOBRE CIERRE DE MINAS

A nivel internacional, los países referentes en la actividad minera han desarrollado un marco normativo que establece requisitos y obligaciones para la etapa de cierre. Son países que ya plasmaron en su legislación nacional y provincial los elementos clave necesarios para la planificación del cierre, enfocándose en los impactos sociales y ambientales y su rehabilitación progresiva, la importancia de la participación de la comunidad en el inicio temprano del proceso de cierre, entre otros aspectos relevantes.

En el caso de países como Canadá y Australia, que cuentan con una estructura federal compuesta por varias provincias o jurisdicciones, existe un extenso marco normativo direccionado a tratar la cuestión de cierre de minas. Bajo el sistema federal canadiense, la responsabilidad de la minería está dentro del dominio exclusivo de las provincias. Canadá ha instituido una serie de iniciativas legislativas diseñadas

para crear mecanismos de cumplimiento y procedimientos que respalden la planificación de cierre, la implementación de planes y la obtención de resultados de cierre en todas las provincias. En Australia, todos los estados y el Territorio del Norte tienen legislación de cierre de minas. En general, las leyes sobre minerales establecen requisitos legales que obligan a la gestión y rehabilitación del entorno de minería afectado (2).

Siguiendo el ejemplo de las mejores prácticas, Chile y Perú también adoptaron un marco normativo para los cierres mineros. En el caso de Chile, la “Ley de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras” (Ley 20.551), obliga a que todas las faenas mineras cuenten con un plan de cierre aprobado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) previo al inicio de las operaciones mineras, el cual debe incluir la totalidad de las instalaciones de la faena. La Ley 20.551 entró en vigencia en 2012, año

---

en que también fue publicado su reglamento. El Servicio además elaboró una serie de “Guías Metodológicas para la Presentación de Planes de Cierre”, así como también “Guías Metodológicas con Criterios Técnicos” relativos a obras, medidas de cierre y constitución de la garantía financiera.

Para más información: <http://www.sernageomin.cl/cierre-faenas-mineras/>

A su vez, en Perú, la principal norma legal que regula los planes de cierre de minas es la Ley N° 28.090 “Ley que Regula el Cierre de Minas” del año 2004, y su reglamento, “Reglamento para el Cierre de Minas”, aprobado por el Decreto Supremo 033-2005 EM, del año 2005. El objetivo de esta ley y su respectivo reglamento es la prevención, minimización y el control de los riesgos y efectos sobre la salud, la seguridad de las personas, el ambiente, el ecosistema circundante y la propiedad, que pudieran derivarse del cese de las operaciones de una unidad minera. Además, cuentan con una serie de guías ambientales para la minería elaboradas por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, entre ellas la “Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas” del año 2006.

Para más información: <http://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=4&idPublicacion=50>



Vista aérea de piletas y planta de producción. Proyecto Olaroz, Provincia de Jujuy.

# 4.

## ETAPAS DE LA VIDA DE LA MINA Y PLANIFICACIÓN PARA EL CIERRE

La minería es una actividad económica con un rol fundamental en el desarrollo de la humanidad y en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. Sin embargo, como toda actividad humana en mayor o menor medida, la minería genera impactos en el ambiente. Entre los más relevantes se incluye el conjunto de afectaciones tanto en el entorno natural como social que pueden derivarse de un proyecto minero en caso de que su actividad no finalice de forma ordenada y planificada.

En la actualidad, existe consenso, aún en ausencia de regulación específica, de que el cierre de una mina debe ser realizado de forma planificada a lo largo del ciclo de vida de la mina, considerando aspectos ambientales, sociales, culturales y económicos, entre otros, promoviendo además la amplia participación de los grupos de interés involucrados.

Es deseable que la planificación del cierre de una mina sea temprana y progresiva a medida que ésta avanza en sus distintas etapas. A continuación la Figura 1 presenta las etapas de la vida de la mina.

Figura 1. Etapas de la vida de la mina



Fuente: Elaboración propia.

## 4.1 - PROSPECCIÓN/ EXPLORACIÓN

La **prospección**, denominada también exploración regional, es la etapa más incipiente de la actividad minera. Estos trabajos, que se realizan básicamente en superficie, consisten en la recolección de muestras de mano, mapeo geológico, relevamientos topográficos y geofísicos que no requieren apertura de caminos, ni apertura de trincheras. Las tareas de prospección conducen a la detección y ubicación de anomalías y sitios favorables para la mineralización y sitios de posibles yacimientos con potencial para la segunda etapa exploratoria.

La etapa de **exploración** constituye el primer paso para determinar si existirá o no desarrollo de la mina. Además, es clave para la planificación y el abordaje de los análisis preliminares de índole tecnológica aplicados a la futura explotación. Comprende también la recolección de la información ambiental básica, la evaluación del uso de la tierra, las aguas y la diversidad biológica, entre otros. Asimismo, las buenas prácticas indican que es conveniente que durante esta etapa se produzca el primer contacto con los diferentes grupos de interés.

En la fase exploratoria inicial se hacen reconocimientos geofísicos, muestreos geológicos y geoquímicos, análisis de laboratorio, análisis geoestadísticos, entre otros. Debido a la densidad o especificidad de los datos, en esta etapa aún no se tiene certeza de la estimación de los recursos existentes.

En la fase de exploración avanzada o etapa de evaluación, se hace la primera estimación de recursos. Constituye una etapa exploratoria más profunda en la que se realizan perforaciones para muestrear los minerales a diferentes profundidades, modelamientos geológicos y análisis geoestadísticos. Esta etapa es la base para iniciar la evaluación económica previa del yacimiento, en función del análisis de la información geológica recopilada.

La **evaluación económica previa** (PEA, por sus siglas en inglés) es un estudio preliminar que

---

incluye un análisis económico de la viabilidad “potencial” de los recursos minerales. Abarca el estudio del alcance del proyecto (scoping). Esta evaluación puede basarse en recursos minerales medidos, indicados o inferidos, o en una combinación de cualquiera de los tres.

Dependiendo del alcance de la etapa, así será el potencial para afectar de manera adversa al medio ambiente y las precauciones tenidas en cuenta. (3)

En esta etapa se torna necesaria una adecuada rehabilitación de las áreas de exploración que no llegarán a la etapa de minado o explotación con el objeto de prevenir condiciones indeseables del entorno pasibles de afectar el bienestar general, la salud, la seguridad y el ambiente. Esto posibilita un eventual uso posterior de las áreas afectadas por las actividades exploratorias.

Asimismo, resulta de vital interés que se lleve adelante una adecuada práctica de comunicación con las comunidades locales con el objetivo de brindar información precisa y contribuir al manejo de expectativas y la prevención de conflictos.

## 4.2 - PLANIFICACIÓN

### ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD E INGENIERÍA CONCEPTUAL:

El estudio preliminar incluye un análisis económico, ambiental y social del proyecto minero o la viabilidad “potencial” de los recursos minerales. Este análisis, que se realiza antes de la etapa de producción o explotación de la mina, permite determinar la viabilidad del proyecto (4). Este estudio puede basarse en recursos minerales medidos, indicados o inferidos, o en una combinación de cualquiera de éstos.

**Pre-factibilidad:** Comprende la ingeniería básica conceptual. Incluye un análisis financiero basado en supuestos razonables sobre las consideraciones mineras, de procesamiento, metalúrgicas, económicas, comerciales, legales, ambientales, sociales y gubernamentales y la evaluación de cualquier

otro factor relevante que sea suficiente para que una Persona Calificada (con amplia experiencia y conocimiento sobre el tema), actuando razonablemente, determine si todo o parte del recurso mineral puede ser clasificado como reserva mineral.

**Factibilidad:** El objetivo del estudio de factibilidad es lograr la planificación y diseño de la mina, partiendo de un estudio detallado de su construcción, la extracción mineral y la proyección futura según las especificaciones del mercado.

En el estudio de factibilidad se tienen en cuenta los detalles del cierre y de la rehabilitación del proyecto integrando los elementos económicos, sociales y ambientales y las repercusiones que éstos conllevan.

Se debe contar con información suficiente para llevar una buena práctica y anticipar las futuras consecuencias del proyecto sobre el ambiente, los usos futuros del terreno, la salud y seguridad de las comunidades y determinar finalmente la viabilidad económica del proyecto y, en base a ella, la aprobación de su financiamiento.

## 4.3 - EXPLOTACIÓN

### 4.3.1 - Construcción y puesta en marcha

La construcción y puesta consiste en la realización de obras de construcción en las diferentes instalaciones de la mina y acondicionamiento de los equipos que se requieren para el desarrollo de la actividad minera (extracción, procesamiento y transporte de minerales y transformación). También implica la construcción de instalaciones auxiliares (comedores, oficinas, campamentos, talleres), caminos de acceso y otra infraestructura necesaria.

Durante esta etapa se toman decisiones que influirán en el futuro desmantelamiento y obras de cierre de la mina.

### 4.3.2 - Operación

Es el estado operativo de una mina activa. Una vez iniciada la producción, se considera que

---

la mina está en la fase de operación. Durante este período podrá haber cambios operativos, expansiones de plantas y rehabilitaciones progresivas. Podría haber también cambios en la propiedad que conlleven estrategias de gestión diferentes.

En esta tienen lugar también actividades asociadas al cierre tales como la planificación del uso de las tierras tras la explotación minera, la asignación progresiva de recursos financieros y la interacción con las comunidades y grupos de interés hacia el fin de las operaciones.

## 4.4 - CESE DE ACTIVIDADES

### 4.4.1 - Cierre

Si bien muchas de las tareas de cierre comienzan a llevarse adelante durante la etapa de explotación de la mina (cierres progresivos, programas sociales, etc.), al cesar las tareas de explotación se inicia propiamente la etapa de cierre de la mina. En ésta se implementan las acciones previstas en el plan de cierre previamente elaborado y aprobado por la autoridad correspondiente. Estas acciones tienen como objetivo abordar los impactos ambientales y sociales que permanecen una vez finalizada la etapa de explotación de la mina. Si bien muchas de las tareas de cierre comienzan a llevarse adelante durante la etapa de explotación de la mina (cierres progresivos, programas sociales, etc.), al cesar las tareas de explotación se inicia propiamente la etapa de cierre de la mina.

Además del cierre por agotamiento del recurso, puede ocurrir un cierre temporal o definitivo de una operación por diversos motivos (operativos, financieros, etc.) (5). Sea cual fuere el motivo del cierre, éste se debe llevar adelante de forma ordenada en lugar del abandono del sitio minado, promoviendo un planeamiento o diseño progresivo que garantice la seguridad pública, dejando el terreno en condiciones ambientales aceptables para usos posteriores (6) y dando respuesta a todos los grupos de interés externos e internos.

### 4.4.2 - Post-cierre

Durante la etapa de post-cierre ya se habrán ejecutado las tareas de cierre planificadas en relación al desmantelamiento de la infraestructura y la rehabilitación del sitio. Además, se implementan las tareas de monitoreo y mantenimiento, así como los programas y/o medidas de gestión social acordados, con el fin de permitir la continuidad en el cumplimiento de los objetivos de cierre.

A menudo algunos impactos del cierre o cese de actividades mineras se hacen evidentes en el largo plazo. Por ello es necesario realizar monitoreos y actividades de control post-cierre. Es indispensable pensar en esta etapa desde el inicio de la operación minera, ya que se requerirán recursos financieros para: monitorear la revegetación, llevara adelante acciones para la preservación de la fauna y la flora, realizar controles de agua, realizar pruebas de estabilidad, asegurar el efectivo funcionamiento de los sistemas de coberturas y garantizar un lugar seguro y accesible para un posterior uso (4).



Trabajos en el interior de la mina. Proyecto Mina Aguilar, Provincia de Jujuy.

---

# 5.

---

## EL PLAN DE CIERRE DE UNA MINA

---

## 5.1 - OBJETIVOS DEL CIERRE DE MINAS

El cierre de minas es el conjunto de actividades a ser implementadas a lo largo del ciclo de vida de la mina con el fin de cumplir con los objetivos ambientales y sociales específicos que deberán ser alcanzados después de la etapa de explotación (7).

Se debe asegurar el cumplimiento de la normativa que regula la actividad minera, en particular la existente en torno al cierre de la mina, como así también el cumplimiento de todos los compromisos voluntarios que hubieran sido asumidos por las empresas.

Desde el punto de vista ambiental, el objetivo principal del cierre es lograr que, una vez finalizadas las operaciones mineras, las áreas afectadas por el proyecto sean compatibles con un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo.

Para lograr este objetivo, el plan de cierre debería (8):

- Promover la seguridad física del sitio para evitar riesgo a personas y animales;
- Promover la estabilidad física o la sostenibilidad física del sitio de la mina en el post-cierre, esta última en compatibilidad con el uso post-minero previsto;
- Promover la estabilidad química del sitio de la mina, mediante la prevención de efectos adversos en la calidad ambiental local derivados de temas como drenaje ácido de roca y lixiviación de metales, entre otras;
- Promover la estabilidad ecológica, asegurando que el ecosistema post-cierre sea estable o se desarrolle siguiendo una trayectoria deseada, compatible con el uso post-minero planificado para el sitio de la mina;
- Controlar el riesgo a un nivel aceptable, en todas las áreas (seguridad, ambiental, financiero, de cumplimiento legal, social);
- Minimizar o eliminar la necesidad de cuidado y mantenimiento post-cierre de largo plazo.

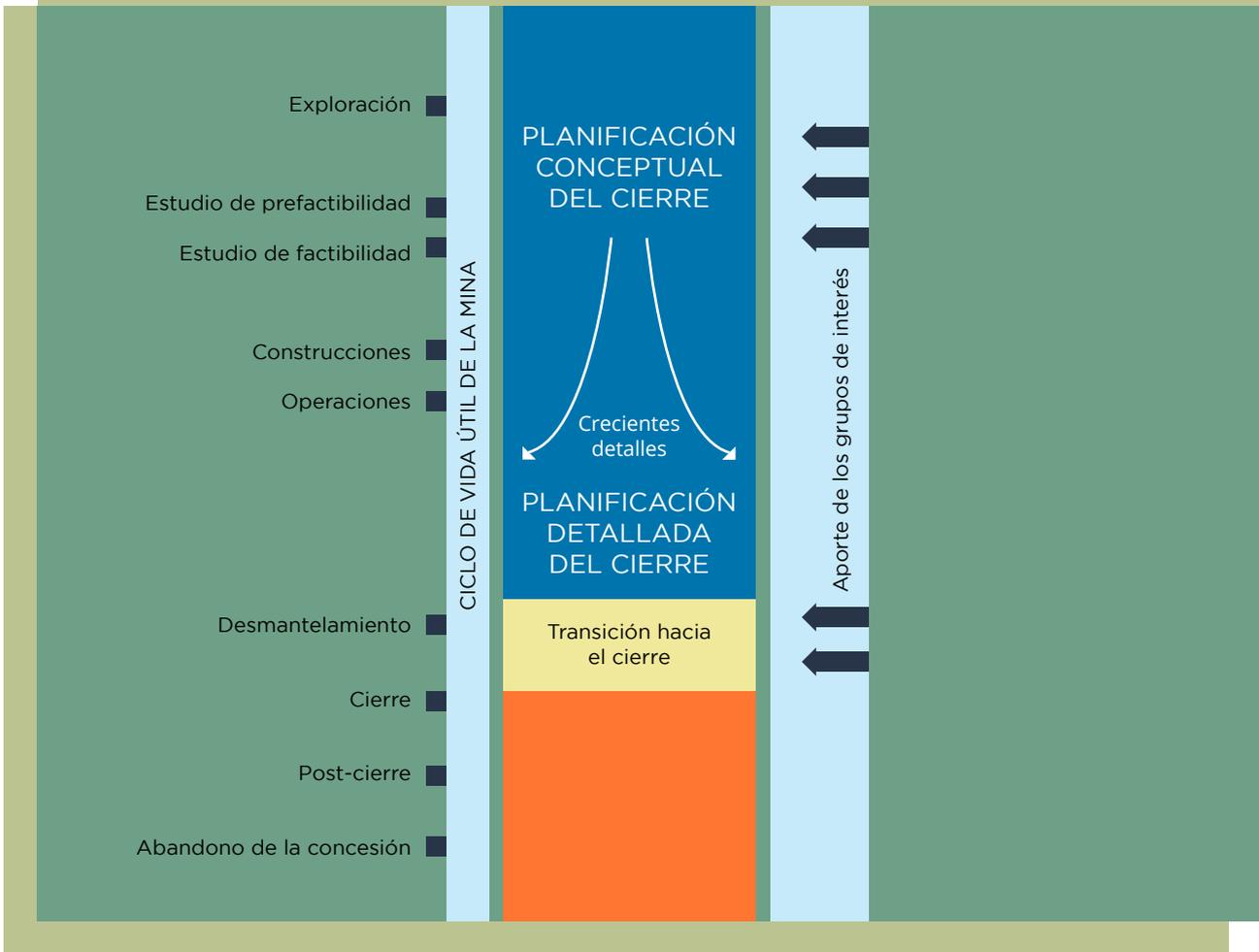
Por su parte, desde una perspectiva social, el plan de cierre debe abordar los desafíos asociados con la transición socioeconómica de su entorno social hacia el escenario post-cierre. Se espera que con el cierre de la mina las poblaciones de su área de influencia se encuentren en condiciones para lograr sus objetivos de desarrollo con posterioridad al cierre. Para ello, en la planificación de la gestión social para el cierre de minas, se debe considerar:

- Gestionar los riesgos e impactos sociodemográficos, económicos y culturales que pudieran surgir como consecuencia del cierre de la mina;
- Atender a las preocupaciones de los grupos de interés, en particular a las de la población local;
- Aprovechar las oportunidades de desarrollo que surjan en el marco del cierre de la mina para sentar un legado beneficioso y duradero para la población.

## 5.2 - TIPOS DE PLANES DE CIERRE

El plan de cierre constituye un documento en el que se plasma el proceso de planificación, así como también los compromisos sociales y ambientales asumidos por la empresa. Existe gran consenso en que antes del inicio de la construcción es recomendable tener un plan de cierre conceptual que identifique los objetivos clave que guiarán su diseño y desarrollo. Dicho plan requiere actualizaciones periódicas conforme el proyecto avanza y se dispone de mayor volumen de información, a fin de obtener un plan que se va detallando en forma progresiva (Figura 2). Se considera una buena práctica incrementar el nivel de detalle en las primeras etapas de la operación.

Figura 2 . Planificación del cierre de minas



Fuente: “Planificación del cierre integrado de minas”, Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), 2008.

### 5.2.1 - Plan de cierre conceptual y Plan de cierre detallado

El **plan de cierre conceptual** es el documento que surge del comienzo de la planificación de cierre, y que se presenta a la autoridad de aplicación conjuntamente con el informe de impacto ambiental (IIA) correspondiente a la etapa de explotación. Posee un nivel bajo de desagregación y detalle de contenidos, pero debe contener información contextual sobre consideraciones ambientales y sociales, y la planificación de las estrategias que conducirán a la concreción de los objetivos primordiales del cierre.

El **plan de cierre detallado** es el documento que deviene de la actualización progresiva del plan conceptual de cierre a medida que avanza la operación de la mina y se dispone de información detallada que permite dar mayor precisión a los objetivos y actividades de cierre. Se caracteriza por contener todos los programas y metodologías a ser adoptados, precisar las metas específicas más importantes, determinar acciones de cierre a realizar y definir procesos de seguimiento y validación. La principal diferencia con un plan conceptual es que los objetivos deberían ser más detallados y los hitos importantes más evidentes.

Los componentes destacados de un plan de cierre detallado son:

- Plan de desmantelamiento y de recuperación ambiental;
- Plan de monitoreo y seguimiento post-cierre;
- Programas sociales y estimación de costos con mayor detalle y precisión.

### 5.2.2 - Cierre temporal

El cierre temporal se pone en marcha ante la paralización temporaria de las actividades de la mina, causada por bajas en el precio de los metales, cambios de políticas, acciones judiciales o administrativas, u otros imprevistos. Requiere de la presentación de un plan de cierre que organice acciones de monitoreo, mantenimiento y realización de tareas tendientes a suspender la operación de la mina por un tiempo determinado, con el objetivo de mantener condiciones ambientales y sociales óptimas hasta su reactivación (Figura 3).

### 5.2.3 - Cierre anticipado o prematuro

El cierre anticipado o prematuro es el cese de las actividades de la mina que ocurre antes de la fecha prevista en el plan minero aprobado en la etapa de evaluación ambiental (y, en consecuencia, el plan de cierre) por hechos no planeados o imprevistos, y en cuyo escenario la empresa decide que la explotación del mineral no será reactivada (a diferencia de la situación de cierre temporal). Ante este escenario, se puede elaborar lo que se denomina un plan de cierre prematuro (de rápida ejecución), basado en el plan de cierre preexistente (Figura 3).

### 5.2.4 - Consideraciones sobre el cierre en etapa de exploración

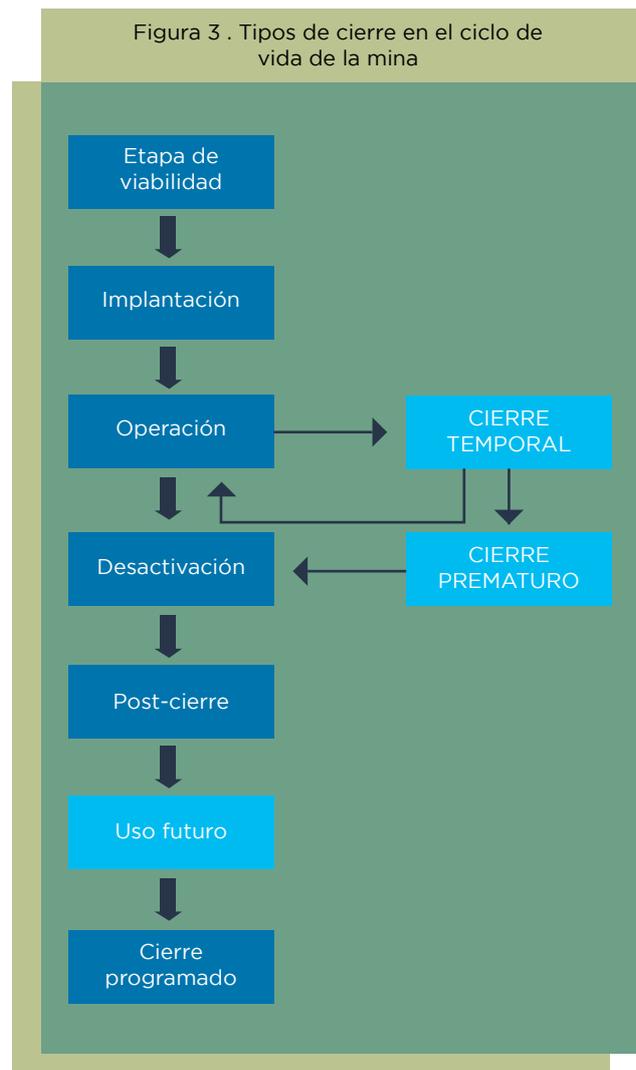
Las actividades de exploración tienen el potencial de afectar de manera adversa al ambiente si no se gestionan adecuadamente. Los potenciales impactos están relacionados con caminos de acceso, plataformas de perforación, residuos, gestión hídrica, aumento del tránsito y alteraciones, interacción con otros

usos del terreno y expectativas e inquietudes de la población local (4).

Los objetivos de cierre para la etapa de exploración se orientan en general a la minimización de los pasivos ambientales de largo plazo, lo cual implica las siguientes metas (9):

- Cumplir la normativa ambiental aplicable;
- Mantener la estabilidad geotécnica;
- Restaurar los ecosistemas nativos;
- Reclamar el sitio al uso del suelo pre-existente (o a un uso posterior beneficioso previamente acordado con las partes interesadas);
- Reducir el impacto social en las comunidades locales.

Figura 3 . Tipos de cierre en el ciclo de vida de la mina



Fuente: “Guía para la planificación de Cierre”, Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 2015.

---

En términos sociales, los principales impactos potenciales de la etapa de exploración están vinculados con la generación de expectativas y preocupaciones y a la posibilidad de que surjan conflictos si las relaciones con la población local no se llevaron adelante de manera adecuada. Por lo tanto, ya sea que las tareas de exploración van a resultar en un proyecto minero o no, es fundamental que durante esta etapa las empresas establezcan canales de diálogo y comunicación que favorezcan:

- La difusión de información acerca de las tareas que se realizan;
- La recepción y respuesta a quejas, opiniones y preocupaciones de la población local respecto de las tareas que se realizan;
- La gestión proactiva del relacionamiento comunitario;
- El relevamiento de la perspectiva local para nutrir el diseño del proyecto y de la planificación del cierre.

Resulta por lo tanto aconsejable que las relaciones de las empresas con la población local comiencen durante las etapas tempranas de los proyectos.

Siguiendo con la bibliografía en la materia, se deberían establecer los canales de comunicación apropiados para asegurar un diálogo continuo con la población local durante el transcurso de las tareas de exploración. Se busca que esta instancia posibilite que la población cuente con información adecuada sobre las tareas que se están realizando, las características de

esa etapa de la actividad minera y el progreso de la exploración. De acuerdo con las buenas prácticas, esta es la manera adecuada de gestionar y acotar las expectativas que pudieran surgir a la factibilidad de desarrollo del proyecto minero.

Se espera entonces, por un lado, contar con una comunidad local informada y, por la otra, que los operadores mineros puedan relevar - de manera temprana y continua - las prioridades, necesidades y cosmovisiones locales que contribuyan a que el diseño del proyecto sea armonioso con el entorno y favorezca el desarrollo sostenible de las comunidades de su área de influencia. Todo esto es un insumo de gran relevancia a la hora de planificar el cierre de las tareas de exploración y llevarlo adelante de manera exitosa.

En el mismo sentido resulta indispensable que dichas instancias de relacionamiento comunitario se lleven adelante con la debida participación del Estado -en particular de la autoridad minera provincial y/o de los gobiernos locales involucrados- en pos de garantizar tanto su transparencia como la participación efectiva de todos los actores interesados. Se espera también que la participación del Estado en sus diferentes niveles contribuya a que los acuerdos que se generen entre las empresas y la población local sean acordes al rol que le compete a cada uno de los actores involucrados en este proceso y a que el plan de cierre y sus actividades estén alineados con los planes de desarrollo territorial que existan en la región.

A continuación, se presenta un conjunto de documentos con herramientas para la consideración de la planificación del cierre de las tareas de exploración:

## RECURSOS

- » **Prospectors & Developers Association of Canada. e3PLUS A Framework for Responsible Exploration: Excellence in Environmental Stewardship e-toolkit (EES) Version-01. 2009.** Disponible en: [web](#)

E3Plus es un recurso en línea diseñada para mejorar el desempeño socioambiental de las tareas de exploración. Incluye tres kits de herramientas que cubren aspectos relacionados con la responsabilidad social, la gestión ambiental y salud y seguridad en las tareas, incluyendo temas particulares como: gobernanza responsable, la práctica comercial ética, los derechos humanos, la diligencia debida, la protección del medio ambiente, la salud y la seguridad de los trabajadores, así como el compromiso y la contribución de las comunidades locales.

- » **Kit de Herramientas de Relacionamento y Comunicación para una Exploración Minera Responsable. Ministerio de Energía y Minas – República de Perú, Lima, Perú: 2018.** Disponible en: [web](#)

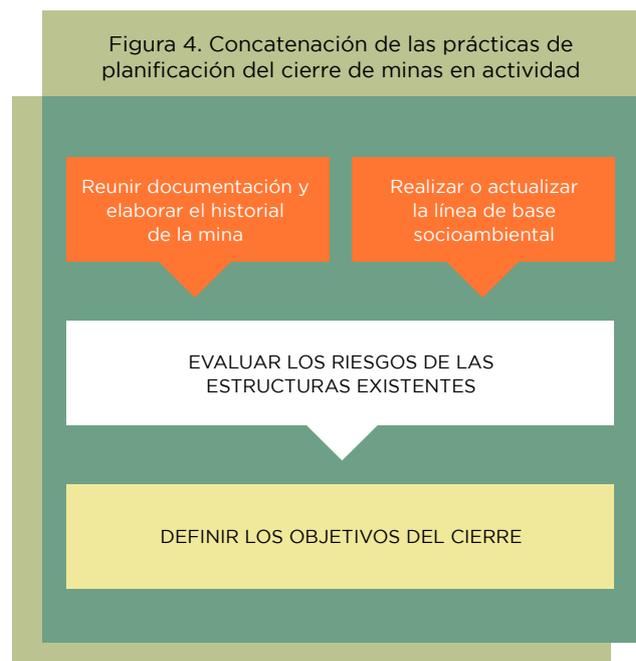
Esta es una guía de buenas prácticas elaborada por el Gobierno de Perú con apoyo de la Embajada de Canadá, que presenta y describe 9 herramientas para dar marco a las mejores prácticas de comunicación y relacionamiento comunitario de las empresas mineras durante la etapa de exploración.

### 5.3 - PLANIFICACIÓN DEL CIERRE

Resulta imprescindible enfatizar en la idea de la planificación de cierre como herramienta fundamental para lograr los objetivos de mitigación de los impactos negativos sobre el ambiente natural y el entorno social. Dicha planificación comprende un proceso continuo y dinámico que evoluciona a través de las distintas etapas del proyecto y que está alineado con el plan de minado, ya que resulta necesario que la empresa analice conjuntamente las alternativas tecnológicas de la operación, la localización de estructuras e instalaciones y las medidas de cierre.

Al momento de poner en marcha la planificación del cierre se recomienda tener en cuenta los aspectos clave que se desarrollan a continuación (Figura 4).

Figura 4. Concatenación de las prácticas de planificación del cierre de minas en actividad



Fuente: “Guía para la planificación de Cierre”, Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 2015.

En primer lugar, se debe comenzar con una recopilación y evaluación de datos ambientales y sociales preexistentes y el desarrollo de una línea de base socio-ambiental precisa que permitan comprender la dinámica ambiental y social de la región.

En segundo lugar, debe continuarse con la identificación y caracterización de los materiales residuales que se irán generando en el proceso de minado, estableciendo sus niveles de exposición y analizando su disposición final. Es importante que la caracterización comience en las fases exploratorias y se extienda durante la fase operativa. Entre los aspectos a considerar pueden citarse (4).

- Caracterización física y química de residuos mineros (estériles y colas, principalmente);
- Disposición final de residuos de minas en superficies terrestres construidas;
- Análisis de potencial de generación de drenaje ácido;
- Manejo de relaves o colas;

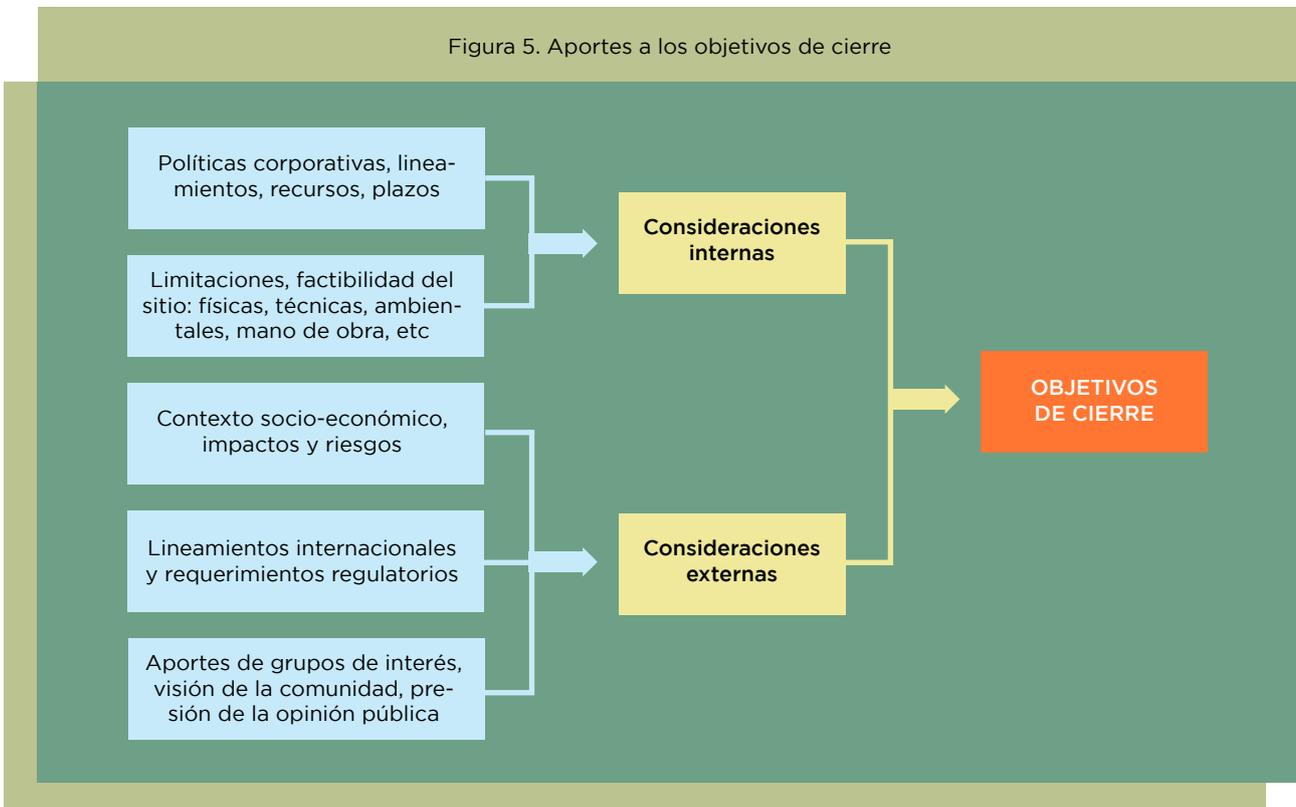
- Manejo de agua;
- Aspectos radiológicos, si los hubiere.

En tercer lugar, y una vez discriminados los componentes residuales del proyecto, podrá procederse a la gestión de riesgos, implementándose un proceso estructurado de identificación, análisis y evaluación de riesgos. Este tema se desarrollará en detalle en la Sección 8, correspondiente a “Evaluación de Riesgos Ambientales y Sociales”.

En cuarto y último lugar, el proceso de planificación concluye con la definición de los objetivos del cierre con dos niveles de especificidad, que conforman la base para la evaluación de las opciones de cierre propuestas:

- Los objetivos de cierre generales, que se encuadran en una serie de principios básicos (ver Sección 5.1 Objetivos del cierre de minas);
- Los objetivos de cierre particulares, que se refieren a acciones a adoptarse con relación a (i) las estructuras del área y

Figura 5. Aportes a los objetivos de cierre



Fuente: Integrated Mine Closure. Good Practice Guide, 2nd Edition. ICMM, 2019.

(ii) el conjunto de grupos de interés internos y externos. Estos surgirán del análisis de criterios de finalización para cada emprendimiento minero y deberían ser lo más específicos posibles para brindar información clara a los diferentes actores involucrados.

Los criterios de cierre podrán configurarse siguiendo líneas directrices que sean acordes a los objetivos planteados (4). Es recomendable plantear objetivos intermedios para cada objetivo específico con la intención de monitorear el desarrollo efectivo del plan de cierre.

El establecimiento y posterior redefinición de objetivos de cierre a lo largo de la vida de la mina debería ser un proceso integrado y multidisciplinario, que involucre a todas las partes interesadas. La participación y

alineamiento de los diferentes actores tanto internos como externos llevará a mejores resultados. La Figura 5 ilustra los tipos de aportes que son típicamente considerados en el desarrollo de objetivos de cierre.

Los resultados de la planificación son registrados en el plan de cierre, documento en el cual se vuelcan los objetivos y medidas a implementar. Es importante aclarar que los contenidos del plan de cierre conceptual y el detallado serán los mismos, difiriendo el grado de desarrollo o detalle de la información incluida y en las actualizaciones derivadas de los eventuales cambios en el proyecto a lo largo de los años (que cuenten con previa aprobación por parte de la autoridad que corresponda). Estos planes podrán organizarse teniendo en cuenta los contenidos propuestos en la Tabla 1.

Tabla 1. Contenidos del plan de cierre

CONTENIDO DEL PLAN DE CIERRE	
<b>Introducción y descripción del proyecto</b>	<b>Acciones de cierre:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos humanos (directos y contratistas)</li> <li>• Responsabilidades</li> <li>• Rehabilitación progresiva</li> <li>• Desmantelamiento</li> <li>• Remediación</li> <li>• Evaluación geotécnica</li> <li>• Estabilidad del relieve</li> <li>• Monitoreo y seguimiento de actividades de cierre</li> <li>• Contribución al desarrollo local</li> <li>• Revegetación</li> <li>• Patrimonio cultural</li> <li>• Salud y seguridad</li> <li>• Monitoreo y mantenimiento post-cierre</li> <li>• Control de estructuras remanentes y áreas contaminadas</li> <li>• Documentación / Informes</li> </ul>
<b>Objetivos de cierre</b>	
<b>Información de línea de base ambiental:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativa</li> <li>• Autoridades responsables</li> <li>• Instrumentos regulatorios</li> </ul>	
<b>Partes interesadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las partes interesadas</li> <li>• Procesos de consulta a la comunidad</li> </ul>	
<b>Evaluación de riesgos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasivos/legados existentes</li> <li>• Riesgos futuros</li> <li>• Análisis costo/beneficio</li> </ul>	
<b>Criterios de cierre</b>	
<b>Costos de cierre:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provisiones</li> <li>• Garantía</li> </ul>	
<b>Componentes de cierre</b>	
	<b>Transferencia de custodia</b>
	<b>Uso post-minero</b>

Adaptado de: "Strategic Framework for Mine closure", Australian and New Zealand Minerals and Energy Council - Minerals Council of Australia, 2015.

Es conveniente que el plan de cierre sea lo suficientemente flexible como para permitir hacer frente a la ocurrencia de algún evento inesperado que provoque un eventual cierre temporario o anticipado de la mina, de manera tal que la empresa pueda sobrellevar un cierre prematuro sin consecuencias ambientales y sociales negativas.

A continuación, se presenta un conjunto de documentos con herramientas para la elaboración de planes de cierre según lo conversado en la presente sección del documento:

## RECURSOS

» **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM. 2019.** Disponible en: [web](#)

» **Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas. 1ª edición. ICMM. 2008.** Disponible en: [web](#)

Las dos guías del ICMM son documentos muy completos y detallados que traen una serie de herramientas que engloban todos aquellos aspectos claves que deben considerarse en el proceso de planificación de cierre.

» **Cierre de Minas – Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

Esta guía hace hincapié en cada uno de los aspectos claves presentados para la planificación de cierre y el desarrollo del plan de cierre, ampliando la información sobre cada uno de ellos.

» **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía aporta siete directrices fundamentales que funcionan como eje en el proceso de planificación del cierre de mina. Cada una de ellas contiene una serie de buenas prácticas asociadas.

» **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

Esta guía del gobierno peruano brinda información sobre los contenidos mínimos para el plan de cierre.

» **Strategic framework for mine closure. Australian and New Zealand Minerals and Energy Council and Minerals Council of Australia. Australia. 2000.** Disponible en: [web](#)

Esta guía del Consejo de Minerales y Energía de Australia y Nueva Zelanda contiene una serie de boxes diseñados para amplificar temas particulares sobre la planificación del cierre de minas que, en opinión de sus autores, requieren una explicación adicional. Además, brinda contenidos mínimos para el plan de cierre.



Fauna en instalaciones de planta. Proyecto Pirquitas, Provincia de Jujuy.

## 5.4 - ASPECTOS TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES DEL CIERRE DE MINAS

En términos generales, las operaciones mineras pueden causar cambios significativos sobre el ambiente y el entorno social. La extensión e intensidad de dichas alteraciones va a depender, en gran medida, de la naturaleza del mineral, de los métodos de extracción y tratamiento, del tamaño, geometría y ubicación del depósito, de la localización de las poblaciones de su área de influencia social, de las políticas de relacionamiento comunitario y de gestión social de la empresa que opera el proyecto y de las capacidades institucionales locales, entre otros. En consecuencia, existen diversos aspectos técnicos, ambientales y sociales relacionados a la etapa de cierre de minas que deben ser cuidadosamente identificados y evaluados de manera temprana. Así, se busca minimizar potenciales efectos negativos que, sin la implementación de medidas de prevención y/o mitigación, podrían persistir durante mucho tiempo luego del cese de la actividad.

El desarrollo de una operación minera, incluidas sus instalaciones e infraestructura de procesamiento, suele implicar la modificación permanente de terrenos existentes, lo que trae consigo la necesidad de considerar determinados aspectos técnicos que deben ser gestionados a lo largo de la vida del proyecto y cuyos resultados impactan directamente durante la etapa de cierre. Su gestión es crucial ya que los impactos generados representan riesgos para la seguridad pública y fuentes potenciales de contaminación continua y que, consecuentemente, derivan en aspectos ambientales que impactan al futuro uso del suelo, las demandas de recursos y la compatibilidad ecológica del ambiente natural y sus componentes.

Los impactos ambientales que deben ser abordados en el cierre de una mina son principalmente los siguientes (4):

» **Topografía y terreno:**

Los cambios temporales del terreno derivados de las operaciones mineras incluyen caminos de acceso y transporte, zonas de almacenamiento, pilas de acopio de suelo vegetal, plantas de procesamiento e infraestructuras de soporte. Los cambios permanentes incluyen huecos de minas a cielo abierto, depósitos de roca estéril, instalaciones de almacenamiento de relaves (ej.: diques de colas) y desvíos permanentes de caudales;

» **Flora:**

Los impactos directos en las comunidades vegetales se producen principalmente como consecuencia del despeje de terrenos y movimientos de tierra para el desarrollo de la mina, los depósitos de roca estéril, la planta de procesamiento, el dique de colas y las infraestructuras asociadas;

» **Fauna:**

El impacto de la minería en la fauna se puede describir generalmente como primario o secundario. El impacto primario está asociado a la destrucción directa de los hábitats a través del despeje de terrenos y los movimientos de tierra. Los impactos secundarios tienen que ver con actividades con distintos grados de alteración más allá del lugar inmediato donde tiene lugar la explotación minera, como caminos de acceso y transporte, líneas eléctricas, tuberías y corredores de transporte, otras infraestructuras, introducciones de animales salvajes o aumento de su cantidad, y actividades generales del personal;

» **Aguas subterráneas y aguas superficiales:**

El desarrollo de minas a cielo abierto, pilas de acopio de minerales, escombreras, diques de colas, plantas de procesamiento y otras infraestructuras, con frecuencia interrumpen los patrones de drenaje natural. Esta interferencia puede dar lugar a falta de agua en la corriente descendente de sistemas de drenaje del desarrollo minero o a efectos indirectos sobre la vegetación localizada que depende de caudales intermitentes;

» **Afectación de la calidad del suelo y el agua:**

Las reacciones químicas en relaves y roca residual tienen el potencial de ser perjudiciales para el ambiente y la rehabilitación, y de causar la contaminación de suelos superficiales, aguas subterráneas y agua superficial. Además, las operaciones de minería y procesamiento transportan, almacenan y utilizan una serie de materiales peligrosos, incluyendo combustibles, reactivos de procesos, lubricantes, detergentes, explosivos, solventes y pinturas. Si estos materiales no son manipulados correctamente, pueden causar contaminación atmosférica, del suelo o el agua, y potencialmente plantear riesgos constantes para la salud humana y el ambiente.

---

Durante el desarrollo de las actividades mineras, el control y seguimiento de las variables físico-químicas de los componentes estructurales y ambientales de la mina son esenciales para poder cumplir con los objetivos establecidos para la etapa de cierre y post-cierre. Para ello, realizan una serie de acciones que pueden implicar técnicas de tratamiento activo o pasivo, según corresponda. Las tareas incluyen desde monitoreo y control y movimientos de suelos hasta complejas obras ingenieriles de infraestructura para diagramar la gestión hídrica.

Por otra parte, dado que el desarrollo de una operación minera genera cambios significativos en la población con la que se encuentra más estrechamente vinculada, el cierre de la operación se asocia a una serie de impactos que suelen ser negativos si no hubo planificación del cierre o ésta no fue adecuada.

Los desafíos y riesgos de la transición socioeconómica a un escenario sin operación están vinculados en buena medida, aunque no exclusivamente, con el grado de dependencia local a la economía minera. Dicho de otro modo, entre los impactos que pueden originarse a causa del cierre los de mayor relevancia son aquellos relacionados con la interrupción de los beneficios de la etapa de explotación. Como ejemplos pueden mencionarse las oportunidades de empleo, la demanda de insumos y de servicio, la dinámica comercial regional, el desarrollo y mantenimiento de infraestructura de uso común, la colaboración del proyecto a instituciones locales o su aporte al erario a través del pago de regalías y otros impuestos públicos. El cese de estos beneficios que ocurren durante el transcurso de vida de la operación, vuelven a resignificarse en la etapa de cierre en términos de dependencia.

Por ello, la gestión de los aspectos sociales derivados del cierre de la operación es un

aspecto clave en la planificación del cierre en pos de gestionar los impactos socioeconómicos del proyecto y contribuir al desarrollo sostenible de la población de su área de influencia.

A continuación, se desarrollan los principales aspectos técnicos, ambientales y sociales que deberían ser considerados en el marco del cierre.

### 5.4.1 - Estabilidad física

Una vez que la explotación ha finalizado, las instalaciones y los residuos mineros expuestos en superficie constituyen factores de riesgo ambiental y para las personas. Para evitar futuros impactos o contingencias, se deben considerar las medidas a implementar para que las áreas intervenidas se mantengan estables físicamente y controladas en el tiempo.

En la actualidad, existen nuevos enfoques que hacen hincapié en la importancia de estudiar los componentes mineros como un sistema integrado y dinámico, donde es necesario tener en cuenta, además de los criterios geotécnicos, la estabilidad de las pendientes en función de la actividad de los agentes erosivos en el tiempo y la funcionabilidad ecológica del terreno. Es por este motivo que tener una perspectiva geomorfológica e hidrológica del área a restaurar permite construir geoformas que sean estables a largo plazo, siendo prácticamente nulo el mantenimiento que se les debe proporcionar<sup>6</sup>.

Otro de los aspectos a tener en cuenta para cumplir con los objetivos de cierre en relación con la estabilidad física, es la construcción de superficies terrestres (bermas, taludes, estructuras de transporte y recolección de agua, excavación de fosas, etc.). Además, se recomienda que el diseño topográfico de las superficies terrestres construidas sea física y químicamente estable: En este sentido, la Guía de “Cierre de Minas” del Gobierno de Australia (4) establece los siguientes aspectos clave:

---

6- Para profundizar en este enfoque, se recomienda ver el documento “El remodelado del terreno en la restauración ecológica del espacio afectado por actividades mineras: del uso de criterios geomorfológicos al método Geofluv” (22)

- Caracterización integral de las propiedades de suelos, estériles y residuos de procesamiento de minerales para determinar su erodabilidad potencial, capacidad de soporte para el crecimiento vegetal, y potencial de impacto sobre la calidad de agua;
- Segregación y colocación selectiva de esos materiales con el objeto de garantizar la creación de un medio favorable para el crecimiento vegetal y la protección de los recursos hídricos;
- Incorporación de la gestión de las aguas superficiales al diseño de la mina.

La caracterización y segregación de material estéril permite, por ejemplo, identificar materiales que por sus condiciones puedan ser incorporados a la superficie de taludes exteriores para reducir el potencial de erosión y permitir la construcción de taludes relativamente largos y altos sin berma. En la Tabla 2 se describen las consideraciones a tener en cuenta durante la etapa de cierre en cada uno de los componentes mineros, para el manejo de la estabilización físico-química del sitio (ver también sección 5.4.2).

Tabla 2. Estabilización física y química

COMPONENTES	CONSIDERACIONES
<b>Manejo de residuos mineros</b>	Las medidas de cierre son específicas al tipo de residuo minero que quedará remanente en el sitio.
	Existen objetivos de cierre definidos para cada instalación.
	El criterio de diseño se puede medir y generalmente es más estricto para la condición de cierre que en las operaciones debido a que implica períodos de tiempo más largos.
<b>Manejo de las instalaciones del dique de colas para el cierre</b>	Diseñar las instalaciones de las colas para el cierre, e incluir consideraciones de cierre en las opciones de manejo del dique.
	Garantizar que se consideran los modelos de fallas comunes para estabilidad física en la evaluación del diseño a largo plazo para el dique: desbordamiento, inestabilidad de la pendiente, efectos sísmicos, licuefacción de colas, erosión por las olas, erosión por escorrentía superficial, erosión eólica.
	Evaluar las consecuencias de las fallas futuras del dique. Si las consecuencias son graves, garantizar que se han implementado las mejores prácticas de operación y diseño: comités de revisión calificados e ingenieros registrados, planes de operación, mantenimiento y supervisión, planes de acción frente a emergencias.
	Evaluar la estabilidad química a largo plazo de las colas y los diques. Predecir la calidad del agua de contacto y garantizar que los impactos sobre la superficie o el agua subterránea se encontrarán dentro de los límites aceptables. Evaluar los enfoques diseñados para prevenir, minimizar o tratar el agua contactada.
<b>Manejo de escombreras para el cierre</b>	La estabilidad en general se rige por la solidez de las fundaciones del suelo en la base del dique.
	En las regiones sísmicas, el diseño debe considerar terremotos con períodos de retorno prolongados.
	Considerar las necesidades de cierre y topografía final deseada al momento de la disposición de los residuos.

Tabla 2. Estabilización física y química

COMPONENTES	CONSIDERACIONES
	<p>Caracterizar los potenciales impactos sobre el agua de contacto, con los enfoques necesarios para prevenir, minimizar o tratar las aguas afectadas según fuera necesario.</p> <p>En caso de existir reservas de minerales no utilizadas o de baja ley, se deben tratar de manera similar a las instalaciones de escombreras.</p>
<b>Diseño del cierre para otros residuos mineros</b>	<p>Otros tipos comunes de residuos mineros incluyen escoria, pilas de lixiviación de la pila, residuos de proceso y relaves colas de uranio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La escoria en general es químicamente estable, pero aun así requiere ser caracterizada.</li> <li>- La pila de lixiviación de la pila posiblemente se deba drenar o lavar (aunque el lavado no siempre es apropiado en climas secos).</li> <li>- Los residuos del proceso varían y necesitan caracterización y planificación en forma individual.</li> <li>- Las colas de uranio necesitan un tratamiento especial.</li> </ul>
<b>Manejo del agua</b>	<p>Desarrollar un plan con el análisis de las condiciones de línea de base.</p> <p>La planificación de riesgos debe tomar en cuenta las fuentes de contaminación (efluentes y residuos mineros), mecanismos de transporte (agua superficial, agua subterránea) y potenciales receptores (seres humanos, ambiente).</p>
<b>Drenaje de la mina</b>	<p>El agua afectada por el contacto con el residuo de la mina (acidez, metales) puede ser una de las mayores responsabilidades a tener en cuenta después del cierre.</p> <p>Las primeras etapas del plan de cierre deben incluir la caracterización geoquímica de los residuos de la mina, la identificación de los posibles problemas y las estrategias de control.</p> <p>La primera prioridad de la planificación de cierre debe ser la prevención del drenaje afectado, seguido por mitigación y, si ninguna de ellas es suficiente, el tratamiento.</p> <p>Evaluar la dinámica de las cuencas hidrográficas aguas arriba y aguas abajo de las instalaciones, que incluye las limitaciones y las influencias sobre los flujos (fallas de las canaletas, rotura de diques por causas naturales).</p>
<b>Laguna del pit (rajo)</b>	<p>Normalmente tienen lados con pendientes abruptas, son profundas y de gran volumen.</p> <p>Se necesitan predicciones creíbles sobre la calidad del agua a largo plazo. La mala calidad del agua puede presentar diversos desafíos relacionados con el cierre, que incluyen los impactos fuera del sitio y muerte o daños ocasionados por la ingesta.</p> <p>Se deben considerar los riesgos de seguridad (por ejemplo, caída de paredes verticales, inundaciones).</p> <p>Las lagunas en fondo de rajo podrían ofrecer oportunidades para obtener beneficios: nuevos ecosistemas, suministro/ almacenamiento de agua, nuevas oportunidades de desarrollo, recreación, acuicultura, generación de energía.</p>

Tabla 2. Estabilización física y química.

COMPONENTES	CONSIDERACIONES
Tratamiento del agua	Podría ser necesario en caso que las descargas del agua o el agua del sitio no cumplen con los criterios del cierre.
	En general, es incompatible con la transferencia de custodia de la mina si ocurre a largo plazo y es complicado establecer un costo de manera precisa.
	Se debe evitar cada vez que fuera posible. Si fuera necesario, se debe considerar un rango de tecnologías posibles, tratamiento activo y pasivo, métodos híbridos.
	Los monitoreos que se deben realizar en el sitio a largo plazo constituyen una oportunidad laboral para la comunidad local.

Fuente: Lista de verificación para los gobiernos sobre el cierre de faena minera. APEC, 2018.

Si bien las opciones para prevenir y reducir la erosión son variadas, las distintas guías coinciden en la importancia de realizar una planificación temprana y lo más completa posible para conocer las propiedades de los materiales. Esta información se debe ir actualizando durante la etapa extractiva, lo que permite la generación de modelos que consideran tanto las propiedades y el comportamiento de los materiales como

la acción de los agentes geomorfológicos que actúan en el área. A partir de los resultados obtenidos, es posible planificar las acciones que se irán implementando para que luego del cierre de la mina el terreno permanezca estable.

A continuación se presenta una selección de recursos relacionados con la estabilidad física en el cierre de minas:

## RECURSOS

» **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

La guía de APEC está destinada a miembros técnicos y no técnicos de gobiernos y brinda los elementos esenciales de un marco de gobernanza exitoso basado en las principales pautas y estándares internacionales. Este documento incluye un capítulo sobre promoción de la estabilidad física y química, en el cual se enumera un conjunto de medidas técnicas a considerar para abordar la estabilidad física de cada aspecto de la mina.

» **Cierre de Minas - Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

En esta guía se incluyen las distintas consideraciones para la ejecución de obras ingenieriles relacionadas a la construcción de superficies terrestres.

» **Mine Closure Handbook - Environmental Techniques for the Extractive Industries. P. M. Heikkinen, P. Noras, R. Salminen (eds.). Finlandia. 2008.** Disponible en: [web](#)

Este manual publicado en Finlandia contiene información referente a los aspectos técnicos esenciales en cierre de minas, entre ellos la estabilidad física.

## RECURSOS

- » **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

En la guía del gobierno peruano se encuentra una descripción completa de las acciones y consideraciones a llevar a cabo por componentes durante la etapa de cierre, para prevenir y controlar la estabilidad física.

- » **Restauración Geomorfológica.** Disponible en: [web](#)

Esta iniciativa involucra a personas, grupos y entidades con el fin de mejorar la eficiencia económica, social, ecológica y paisajística de las restauraciones mineras, a partir de diseños y reconstrucciones geomorfológicas. La página web de la iniciativa cuenta con información para el tratamiento de zonas degradadas por la acción humana, haciendo especial hincapié en actividades extractivas (“restauración geomorfológica minera”) y proporciona ejemplos de casos a nivel mundial en donde se está aplicando esta nueva metodología de restauración de áreas afectadas por la actividad minera.

### 5.4.2 - Estabilidad química

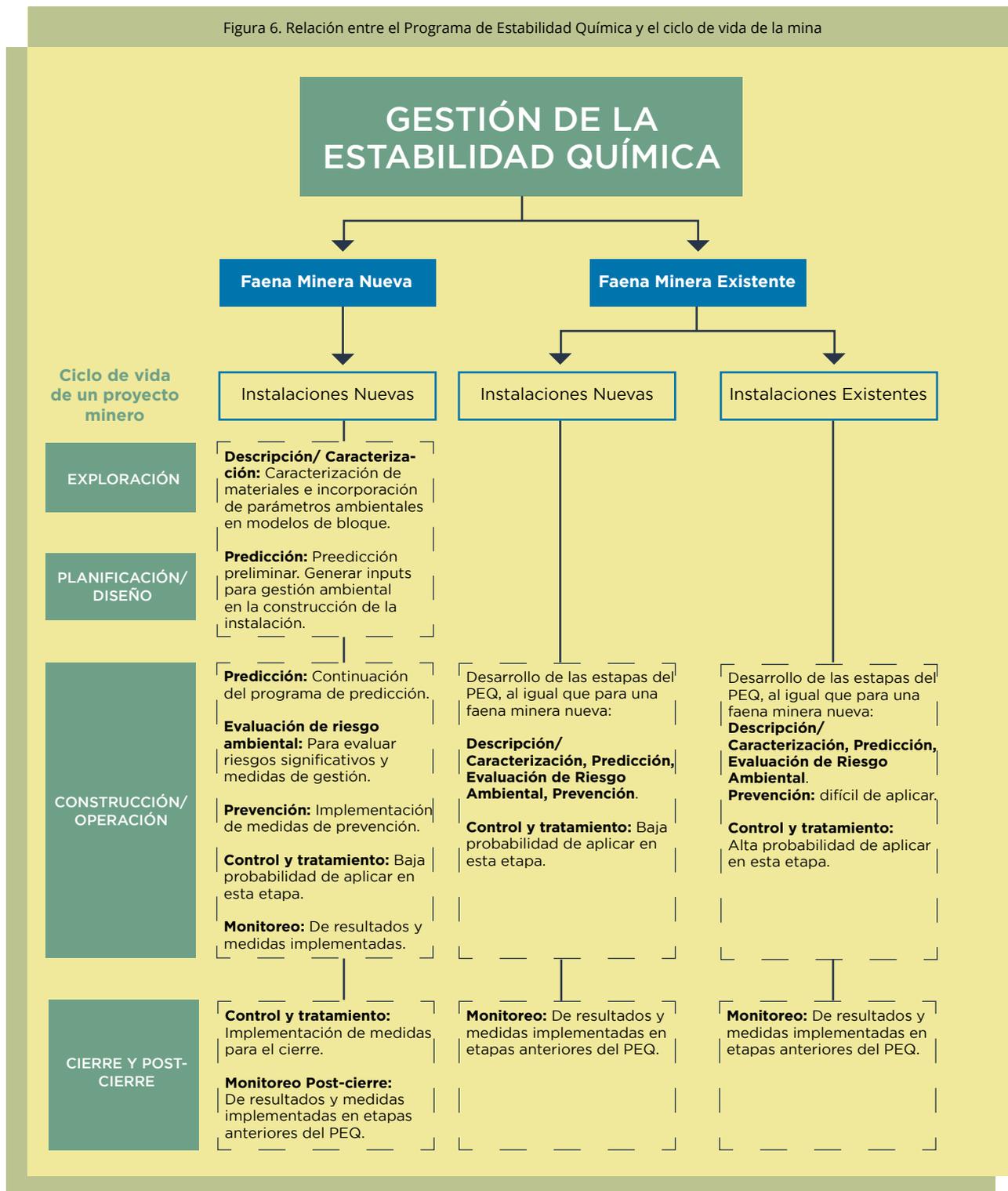
Según la Guía Metodológica de Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras, elaborada por SERNAGEOMIN (10), se entiende que una instalación minera se encuentra estable químicamente cuando, en su interacción con los factores ambientales, no genera impactos que impliquen un riesgo significativo para la salud de las personas y/o para el ambiente.

La estabilidad química debería ser abordada entonces, a partir de una estrategia de trabajo que contemple, además de las variables ambientales, las necesidades requeridas por la comunidad con relación al uso posterior del recurso hídrico (aguas subterráneas y superficiales), ya sea como fuente de abastecimiento o para otros usos. Esto debería

estar plasmado en un Programa de Estabilidad Química (PEQ) o plan de control ambiental específico que permita gestionar de manera integral las acciones tendientes a lograr los objetivos de cierre planteados respecto a la estabilización química. Éste debería ser confeccionado al inicio del proyecto y continuar en el tiempo para prevenir, controlar y/o mitigar los efectos durante la etapa de explotación y en el largo plazo, una vez concluida la operación, cierre y post cierre.

A continuación, en la Figura 6 se presenta un esquema que relaciona las etapas de un Programa de Estabilidad Química con el ciclo de vida de un proyecto minero.

Figura 6. Relación entre el Programa de Estabilidad Química y el ciclo de vida de la mina



Fuente: Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras. Fundación Chile & SENARGEOMIN, 2015.

Uno de los temas más relevantes relacionados con la actividad minera metalífera y la estabilización química, es el drenaje ácido, por lo cual, a continuación se presenta el abordaje

general de este tema y algunos de los recursos más relevantes disponibles actualmente, aclarando que existe un gran volumen de bibliografía específica al respecto.

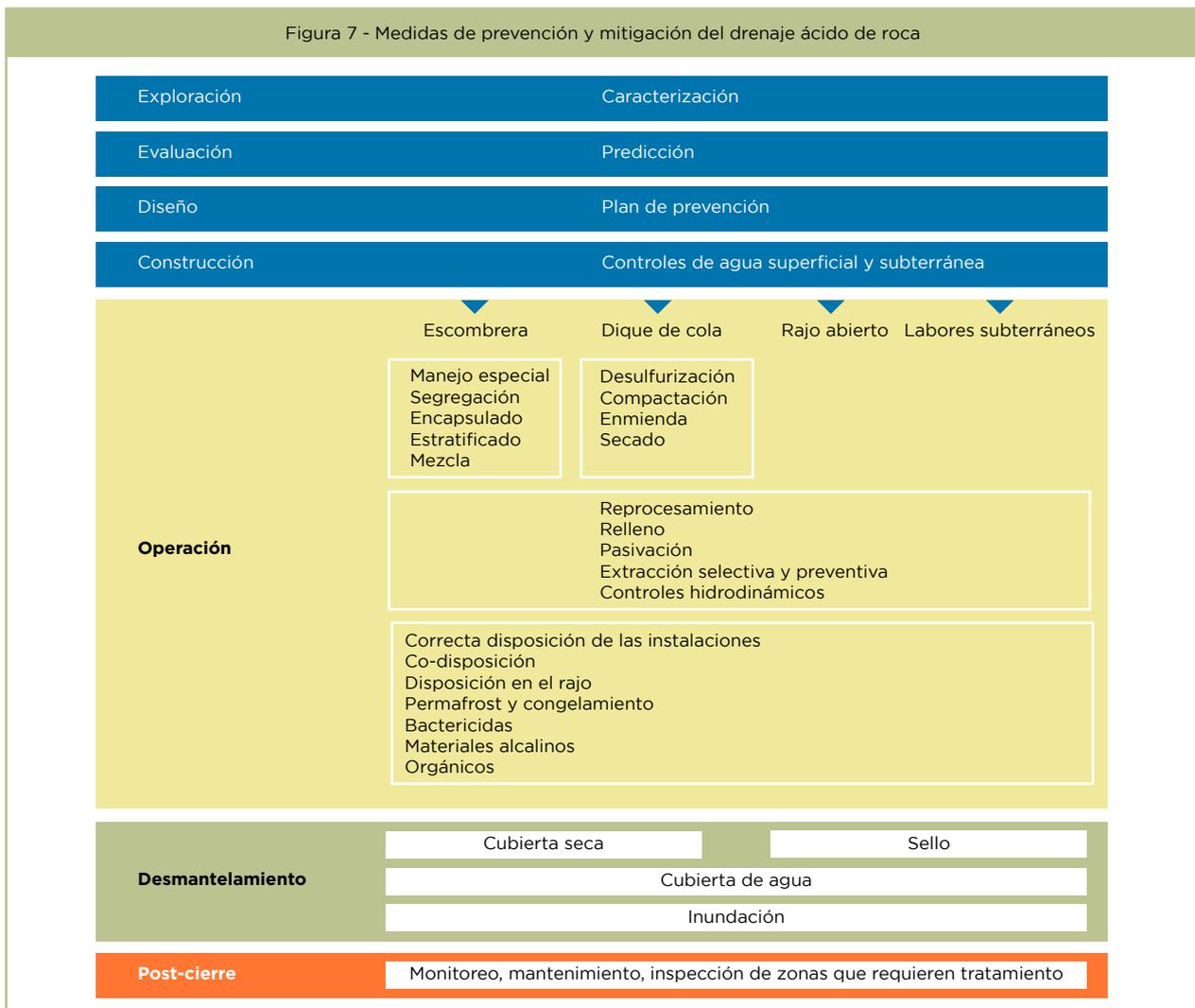
El drenaje ácido de roca se forma por la oxidación natural de minerales sulfurados al ser expuestos a aire y agua (11). Cuando se produce la reacción química entre los minerales sulfurados y la presencia de agua y/o aire, se liberan metales que permanecen disueltos en solución acuosa y puede significar riesgos a la salud humana y a receptores ecológicos, y si no son tratados a tiempo y en forma adecuada pueden instalarse en el ambiente por largos períodos después del cierre de la mina. En muchos casos esta reacción se inhibe por la presencia de materiales carbonatados que tienen un alto grado de neutralización ácida. (10)

La Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (GARD, por sus siglas en inglés) fue publicada en 2009 por la Red Internacional para la Prevención de

Ácido (INAP, del inglés International Network for Acid Prevention) y trata sobre la predicción, prevención y manejo del drenaje producido por la oxidación del mineral sulfurado. Esto incluye:

- Drenaje ácido de roca (ARD, en inglés);
- Drenaje ácido de mina o drenaje metalífero y ácido (en inglés, AMD);
- Agua influenciada por minería (MIW, en inglés);
- Drenaje salino (en inglés, SD) y
- Drenaje neutro de mina (NMD, en inglés).

La Figura 7 muestra distintas acciones que pueden implementarse para prevenir y mitigar la formación de drenaje ácido. Todas estas acciones se basan en un proceso de planificación y diseño desde las fases más tempranas del proyecto. La



Fuente: Global Acid Rock Drainage Guide, INAP, 2009.

guía incluye las mejores prácticas y tecnologías desarrolladas con relación al manejo de drenaje ácido y está destinada a usuarios diversos, tales como operadores de mina, supervisores, comunidades y consultores que tratan cuestiones relacionadas con la oxidación del mineral sulfuroso. En su elaboración participaron diferentes especialistas y organizaciones, cuyas contribuciones son ampliamente reconocidas.

Según la GARD, “el proceso de oxidación de sulfuros y formación del ARD, NMD y SD es muy complejo e involucra a múltiples de procesos químicos y biológicos que pueden variar significativamente dependiendo de las condiciones ambientales, geológicas y climáticas. Los minerales sulfurosos en los depósitos de mineral se forman bajo condiciones reductoras en la ausencia de oxígeno. Cuando se exponen al oxígeno atmosférico o a aguas oxigenadas, los minerales sulfurosos pueden volverse inestables y oxidarse.” (11)

La generación de drenaje ácido como producto de la alteración y exposición a largo plazo de los minerales durante la etapa de explotación y la etapa de post cierre es uno de los principales desafíos a tener en cuenta en los proyectos mineros. Según la GARD, es fundamental realizar controles y monitoreos periódicos ya que una vez que el drenaje ácido se ha instalado es muy difícil y costoso tratarlo. Por este motivo se enfatiza en la importancia de contar con un estudio de línea de base, detallado y confiable, que pueda ser utilizado como sustento de la información recabada.

Además, la guía recomienda complementar, desde el principio de la etapa de exploración, con perforaciones y muestras analizadas en laboratorio que permitan diferenciar aquellos materiales potencialmente generadores de drenaje ácido de aquellos que puedan actuar como atenuadores del proceso.

De esta manera, es posible estimar si va a existir un equilibrio (neutralización) que evite la generación de drenaje ácido. Estos

Figura 8 - Vista general del Programa de Caracterización del DAR por Etapa

Etapas mineras - Mayor conocimiento de las características del sitio						
	Exploración	Factibilidad y desarrollo de diseño	Construcción	Operación	Desmantelamiento	Post-cierre
Fuente	Caracterización del depósito	Ensayos de laboratorio de residuos y depósito mineral (estáticas y cinéticas) Recolección y análisis de muestras de agua de pozos ya existentes	Continuar con los ensayos de laboratorio Ensayos de campo sobre los residuos y depósitos minerales	Continuar con ensayos de campo y de laboratorio Manejo de residuo Recolección y análisis de muestras de agua	Continuar los monitoreos de agua	Monitoreos de calidad de agua a largo plazo (en caso de ser necesario)
Vías de exposición	Los pozos exploratorios pueden permitir realizar una caracterización del agua subterránea	Caracterización hidrogeológica de presencia de agua subterránea, dirección y velocidad de flujo Caracterización hidrológica de flujo de agua superficial Línea de base de calidad de agua superficial y subterránea Línea de base de calidad de suelos y sedimentos	Estudios hidrogeológicos, hidrológicos y monitoreos de calidad de agua	Continuar con estudios hidrogeológicos, hidrológicos y monitoreos de calidad de agua	Continuar con estudios hidrogeológicos, hidrológicos y monitoreos de calidad de agua	Continuar con estudios hidrogeológicos, hidrológicos y monitoreos de calidad de agua (en caso de ser necesario)
Receptor	La información del depósito mineral es fundamental para la caracterización del sitio y la fuente	Identificación de receptores Caracterización de línea de base (receptores y hábitat, incluyendo el reconocimiento de presencia de metales en vegetación)	Monitoreo de receptores y hábitat	Continuar el monitoreo de receptores y hábitat	Continuar el monitoreo de receptores y hábitat	Continuar el monitoreo de receptores y hábitat (en caso de ser necesario)
	Máximo nivel de caracterización			Continúan los monitoreos y la caracterización		

Fuente: Global Acid Rock Drainage Guide, INAP, 2009.

---

estudios deben continuar durante la etapa de explotación a fin de que se pueda ir actualizando la información obtenida a medida que el proyecto avanza. La Figura 8 permite visualizar la importancia de realizar programas de caracterización del ARD desde etapas tempranas de la mina, para luego generar información de mayor detalle a medida que continúan los trabajos.

Como se observa en la Figura 8, la realización de modelos hidrológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos a partir de la recopilación de datos que se van revisando y actualizando durante la vida útil del proyecto suele ser eficaz en la prevención de generación de drenaje ácido.

Sin embargo, es habitual que en los yacimientos existan minerales con alto potencial de generación de drenaje ácido, por lo que la

principal acción para prevenirlo y mitigarlo suele ser la aplicación de métodos para minimizar las fuentes de generación y/o maximizar la cantidad y disponibilidad de reactivos naturales de neutralización. Debido a que el proceso de drenaje ácido se produce cuando ciertos materiales entran en contacto con aire (presencia de oxígeno) y agua, es fundamental que el personal esté capacitado para detectar tempranamente indicios de generación de drenaje ácido en los residuos expuestos en superficie. Esto permite aplicar un plan de contingencia en lo inmediato para actuar sobre el residuo contaminado, evitando una acidificación excesiva que podría llevar a daños irremediables o a costos elevados para su saneamiento.

A continuación se presenta una serie de documentos de referencia sobre estabilidad química para el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (Resumen Ejecutivo en español). Red Internacional para la Prevención de Ácido. 2009.** Disponible en : [web](#)
- » **Global Acid Rock Drainage Guide. The International Network for Acid Prevention (INAP). 2009.** Disponible en: [web](#)

Esta guía es un importante documento con información completa sobre el proceso de generación de drenaje ácido, las medidas de predicción, prevención, mitigación, los monitoreos necesarios para su control y el marco regulatorio en diferentes países.

- » **Preventing Acid and Metalliferous Drainage - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este manual aborda el tema del drenaje ácido y metalífero (DAM) cubriendo todas las fases de un proyecto minero, desde estudios de exploración y factibilidad hasta operaciones y cierre. El énfasis en este manual está en prevenir la producción de DAM a partir de materiales sulfídicos expuestos, seguido de la gestión del DAM existente, seguido del tratamiento del DAM. Este enfoque es consistente con la jerarquía contemporánea basada en la reducción del riesgo.

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

En esta guía se establece la importancia de preparación de un modelo conceptual para la elaboración de programas de previsión, prevención y gestión del drenaje ácido.

## RECURSOS

- » **Guía Metodológica de Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras. Fundación Chile y SERNAGEOMIN, Chile. 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía metodológica de Chile brinda mayor información acerca de las causas de la generación de drenaje ácido, las reacciones químicas implicadas, las medidas para prevenirlo y los controles y monitoreos asociados.

- » **Buenas Prácticas en la Gestión de la Estabilidad Química en la Industria Minera. SERNAGEOMIN, Chile. 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento contiene estudios de casos prácticos para la recuperación de sitios mineros que han estado expuestos a la erosión físico-química.

### 5.4.3 - Manejo de colas o relaves

Las instalaciones de almacenamiento de colas (depósitos de colas) son obras de ingeniería para el almacenamiento de uno de los principales residuos mineros: las colas o relaves que resultan del procesamiento del mineral. Existen diferentes tipos de instalaciones según la naturaleza física y química de las colas y las características del sitio en donde se emplaza la mina. Además, la definición del tipo de instalación depende de la normativa específica aplicable y el contexto socioeconómico del proyecto.

Una buena planificación para el cierre de los depósitos de colas se inicia en las etapas de diseño de la obra (incluyendo consideraciones sobre alternativas de emplazamiento) y continúa durante la construcción y operación de la instalación, previo a la ejecución de las medidas específicas de la etapa de cierre y post-cierre. Esto permite disminuir costos y minimizar riesgos tanto ambientales como a las personas.

El objetivo principal del cierre, desmantelamiento y rehabilitación de un depósito de colas es dejar una instalación segura, estable y no contaminante, con requerimiento mínimo o nulo de mantenimiento. En algunos casos es posible también dar valor a la propiedad luego de la actividad minera a través del establecimiento de un paisaje o topografía que permita su uso recreativo, comercial o de conservación que

pueda ser aprovechado en el futuro. El cierre y rehabilitación de los depósitos de colas deben tender al establecimiento de ecosistemas sostenibles, con resultados sostenibles de revegetación y biodiversidad análogos a los valores originales del sitio. Para lograr esto, es esencial que los objetivos de uso post-minero y función ecológica sean desarrollados y acordados con autoridades, la comunidad local y las partes interesadas (12).

En este contexto, las medidas de cierre de los depósitos de colas incluyen, entre otros:

- El análisis de la estabilidad física de las instalaciones considerando criterios de cierre e implementación de medidas para asegurar dicha estabilidad, cuando corresponda;
- La readecuación de obras de manejo de agua considerando escenarios de largo plazo;
- La instalación de cubiertas para evitar la dispersión aérea de las colas y control de la infiltración de agua;
- El desmantelamiento de equipamiento y estructuras de operación;
- El manejo de drenajes;
- La revegetación y restablecimiento de la función ecológica.

Si bien la planificación para el cierre de estas instalaciones involucra temas que son

transversales a varias disciplinas y son abordados por otras secciones de la presente guía, dada la relevancia que tienen al momento del cierre, su complejidad como obra de infraestructura y el interés que despiertan por parte de la comunidad, los depósitos de colas constituyen un tema en sí, por lo que cuentan con normativa propia en muchas jurisdicciones y se ha desarrollado extensa bibliografía relacionada con su diseño, construcción, operación y cierre.

En los últimos años incluso se han incorporado conceptos de economía circular y, en donde las condiciones técnicas y económicas lo permiten, se están evaluando e incluso implementando iniciativas para su reprocesamiento.

A continuación se presentan algunos documentos de referencia sobre el manejo de colas en el contexto de la planificación para el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Mine Tailings Storage: Safety Is No Accident. A UNEP Rapid Response Assessment. Roche, C., Thygesen, K., Baker, E. (Eds.). United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal. 2017.** Disponible en: [web](#)

Este informe, realizado en el marco de la iniciativa “Rapid Response Assessment” (Evaluación de Respuesta Rápida) de las Naciones Unidas, busca examinar y explicar por qué continúan ocurriendo fallas en las presas de relaves. Proporciona una descripción accesible y equilibrada de las complejidades que rodean las fallas de las presas de relaves, informando a la comunidad global de los problemas. También proporciona una visión general de los temas clave, utilizando estudios de casos para ilustrar las causas y consecuencias de las fallas de las presas de relaves, avances y mejoras adoptadas y la necesidad de una respuesta coordinada de las partes interesadas.

- » **Review of Tailings Management Guidelines and Recommendations for Improvement. Golder Associates/International Council on Mining and Metals (ICMM). 2016.** Disponible en: [web](#)

Las compañías miembros del ICMM acordaron convocar una revisión global de las normas, directrices y controles de riesgos de las instalaciones de almacenamiento de colas / relaves. Esta revisión fue dirigida por el ICMM e incluyó expertos externos y representantes de las compañías. Se centra en la gestión de relaves a través de sus miembros considerando los estándares, pautas y controles de riesgos, gobernanza y preparación ante emergencias relacionados con la prevención y respuesta a fallas de las instalaciones de almacenamiento de relaves.

- » **Tailings Management – Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Department of Industry, Innovation and Science. Australian Government. September 2016.** Disponible en: [web](#)

Esta guía hace enfoque en las instalaciones d almacenamiento de relaves superficiales (TSF, en inglés), uno de los legados más visibles de una operación minera, y que después del cierre y la rehabilitación debe permanecer estable y no producir efectos perjudiciales al ambiente a perpetuidad. Las estrategias óptimas para la gestión de relaves son muy específicas del sitio, y por eso, se presenta una variedad de enfoques de gestión y se destacan y discuten aspectos técnicos clave de ubicación, diseño, construcción, operación y cierre.

## RECURSOS

- » **Manual de Uso Público. Técnicas de perforación, muestreo y caracterización para la recuperación de elementos de valor desde relaves. JRI Ingeniería - ECOMETALES Limited. 2019.** Disponible en: [web](#)

El “Programa Investigación y Desarrollo para la Recuperación de Elementos de Valor desde Relaves” (CORFO / Chile) nace considerando la creciente demanda mundial de 20 elementos químicos definidos por la Unión Europea (UE) como escasos y estratégicos para el desarrollo de tecnologías de última generación. El programa inscribe a la minería en la ruta del residuo cero y la economía circular, en que la industria se hace cargo de sus residuos, al reciclarlos, reducirlos y reutilizarlos. Este Manual tiene como objetivo proponer la investigación y evaluación de depósitos de relave en vistas a encontrar elementos de valor.

### 5.4.4 - Manejo del agua

El agua es uno de los principales receptores que se podría ver afectado por la actividad minera, representando un riesgo sobre el recurso hídrico que podría ser significativo. Las operaciones mineras pueden alterar sustancialmente las características hidrológicas y topográficas de las áreas mineras y, posteriormente, afectar la escorrentía superficial, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el comportamiento del agua subterránea. Si los impactos sobre los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas) no se manejan de manera aceptable durante toda la vida útil de la mina y después del cierre y post-cierre, tanto a escala local como regional, la industria minera tendrá cada vez más dificultades para obtener el apoyo de la comunidad y el gobierno para el desarrollo de proyectos existentes y futuros. En consecuencia, las prácticas de gestión adecuadas para prevenir o minimizar la afectación del agua son fundamentales para que las operaciones mineras sean sostenibles.

Dada la importancia específica del manejo de agua en la minería, y la necesidad de establecer una gestión hídrica integral en los proyectos mineros, esta guía no incluye un tratamiento exhaustivo de la temática, sino que se enfoca en los principales recursos existentes en la actualidad respecto del manejo del agua relacionado con el cierre de minas.

El manejo del agua en un proyecto minero involucra aspectos tales como (4):

- La evaluación inicial de referencia de los recursos hídricos de la operación (línea de base);
- Los impactos de la captación y desvío de aguas sobre los recursos hídricos y usuarios a nivel local;
- La regulación gubernamental y los requisitos de aprobación ;
- El diseño de los sistemas de abastecimiento, almacenamiento y tratamiento de agua;
- Los volúmenes de agua requeridos para la supresión de polvo y el caudal procedente del desagote de la mina;
- La eventual necesidad de planes de manejo específicos para áreas particulares de la operación;

Por otro lado, las medidas dirigidas a la fuente apuntan a controlar los impactos mediante la identificación e implementación de mecanismos de prevención de la contaminación y reutilización / tratamiento del agua.

El abastecimiento de agua de una mina puede provenir de acuíferos o de cursos superficiales como arroyos, ríos o lagos, o por medio de proveedores de servicios comerciales. El aseguramiento de la provisión de agua es, sin

duda alguna, un punto crítico para el inicio de la operación.

Dentro del ciclo operativo, el mayor consumo de agua se relaciona con el procesamiento del mineral. Es por esto que en general se buscan alternativas viables para optimizar la reutilización, cuidando rigurosamente la descarga. De esta manera se tienen beneficios tanto económicos como ambientales, ya que se reduce el consumo y las alteraciones al ecosistema (13).

Asimismo, el uso del agua en la industria minera puede dar lugar a una serie de riesgos ambientales, sociales y económicos, por lo que resulta necesario cuantificar el agua utilizada y así lograr un equilibrio sostenible entre el suministro, consumo, descarga, calidad y riesgos ambientales y operativos. Del mismo modo, durante el desarrollo de un proyecto minero pueden ocurrir alteraciones paisajísticas y topográficas que modifiquen las funciones

hidrológicas durante y después del cierre. Por este motivo, es necesaria la planificación del diseño y gestión del desvío de cursos de agua durante la vida del proyecto, como se puede observar a continuación en la Figura 9.

El propósito de la planificación del diseño y gestión del desvío de cursos de agua es que el caudal de los desvíos sea estable, para así prevenir que actúen como barreras físicas para la migración de organismos acuáticos, y asegurar para el post-cierre las cuerpos de aguas superficiales terrestres para el drenaje regional y de supervivencia de las especies. (4) (14)

Es muy frecuente que, al finalizar la operación, el mantenimiento de las instalaciones de la mina cese. En el caso de que no se continúe con las tareas de bombeo y no existan galerías de drenaje en los niveles inferiores, puede producirse la inundación del sitio. Estos tipos de inundaciones pueden estar diseñadas de antemano (controladas) o no (no controladas) (6).



Fuente: Australian Government, Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera, Australia, 2016.

---

En los casos en que se produce la inundación de las instalaciones, se recomienda realizar mediciones para prevenir la disolución de los minerales generadores de acidez y la consecuente formación de drenaje ácido que puede conducir a la liberación de metales. Es por ello que, si bien los monitoreos deberían efectuarse durante toda la etapa post cierre, es fundamental que al comienzo de dicha etapa los controles tengan mayor frecuencia y nivel de detalle ya que las probabilidades de generación de drenaje ácido son mayores. Para más información sobre este tema, se recomienda consultar la “Guía Global de Drenaje Ácido de Roca” (11).

Otro aspecto a tener en cuenta es el comportamiento del sistema hidrogeológico una vez que cesan las actividades, ya que puede ser modificado por la interconexión de acuíferos o por la conexión de aguas superficiales y subterráneas. También puede verse afectado debido a que las nuevas zonas

inundadas generan cambios en el ambiente por las modificaciones que se pueden producir en las tasas de evapotranspiración, en las áreas revegetadas y en los humedales creados para el tratamiento de las aguas de drenaje.

Por otro lado, el cese de las actividades de bombeo produce que el nivel piezométrico retorne a nuevas condiciones de equilibrio, imponiendo nuevos flujos, diferentes a los de la operación. Otras consecuencias negativas que puede traer el cese de bombeo están relacionadas con la disminución del flujo de base en los cauces donde se descargaba el agua y pueden incluir: sequía de hábitats importantes, y disminución en la dilución de descargas en la cuenca, entre otros.

A continuación se ofrece un conjunto de documentos útiles para abordar el manejo de aguas en el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Water Stewardship - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

El objetivo de este manual sobre Cuidado del Agua es compartir los enfoques prácticos para mejorar la gestión del agua de la mina y reducir el riesgo del agua mediante la práctica del cuidado y manejo del agua. El manual proporciona orientación sobre cómo adoptar un enfoque basado en el riesgo y desarrollar soluciones prácticas y adecuadas para mitigar los riesgos. El cuidado del agua es un tema amplio que cubre aspectos operativos, estratégicos y organizativos. Las complejidades asociadas con la gestión del agua pueden existir por encima del nivel de una sola operación y pueden ser importantes en una región, el conjunto de una empresa o incluso la industria en el contexto nacional o global.

- » **Development of Risk Criteria for Water Management Aspects of Mine Closure. W. Pulles. Water Research Commission Report, South Africa. 2015.** Disponible en: [web](#)

En este documento sobre Desarrollo de Criterios de Riesgo para Aspectos de Manejo del Agua en Cierre de Minas se plantean una serie de objetivos que las empresas deberían cumplir para el manejo de aguas subterráneas, superficiales y estudios geoquímicos sobre los residuos de la mina, para que el sitio permanezca estable durante la etapa de post-cierre. Contiene un Anexo B con acciones a implementar durante cada etapa del ciclo de vida de la mina para lograr las mejores prácticas de manejo de agua, las cuales contribuirán a la estabilidad del sitio durante la etapa de post cierre.

## RECURSOS

- » **Guía práctica para la gestión del agua de captación para la industria Minera y Metalúrgica. ICMC, Londres. 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía hace una descripción de los principios de la gestión del agua para la industria minera en áreas de captación. Pondera la necesidad de considerar a otros usuarios del agua y comunidades dentro de un área operativa y reconocer la demanda de agua para la conservación de ecosistemas funcionales. Propone que la gestión de riesgos exitosa debe basarse en la comprensión de todos los problemas hídricos dentro del área de captación y en la búsqueda de soluciones que le sirvan tanto al negocio como a los usuarios del agua.

- » **Best Practice Guideline G5: Water Management Aspects for Mine Closure. Department of Water Affairs and Forestry, South Africa. 2008.** Disponible en: [web](#)

Esta Guía de Buenas Prácticas G5: Aspectos de Manejo de Agua en Cierre de Minas busca ser un documento práctico sobre la importancia de la planificación del cierre de la mina y la identificación y gestión de los riesgos y responsabilidades relacionados con el agua en esa etapa. El documento tiene como objetivo garantizar que luego del cierre, la mina tenga un plan pasible de implementarse para mantener, proteger y preservar la cantidad y calidad del recurso hídrico aguas arriba y abajo de la mina, y que los usuarios del agua estén identificados y protegidos.

- » **Water management in mining: a selection of case studies. ICMC, United Kingdom, 2012.** Disponible en: [web](#)

Este informe reúne casos de estudio acerca de la importancia del tratamiento del agua en distintos proyectos mineros en el mundo, con ejemplos de prácticas líderes a nivel mundial.

- » **Agua y Minería en Cuencas Áridas y Semiáridas: Guía para la Gestión Integral. Proyecto CAMINAR: Catchment Management and Mining Impacts in Arid and Semi-Arid South America / Gestión de Cuencas con Actividad Minera en Regiones Áridas y Semiáridas en Sudamérica. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 17. UNESCO, 2009.** Disponible en: [web](#)

Esta guía contiene información relevante donde se describen los impactos generados sobre el medio hídrico durante la etapa de cierre y post cierre. Se explican algunas medidas preventivas para contrarrestar las variaciones en el balance de agua cuando cesan las actividades de mantenimiento de la mina.

- » **Water, Mining and Communities: Creating Shared Value through Sustainable Water Management – Discussion Paper. International Finance Corporation. 2014.** Disponible en: [web](#)

Este artículo se basa en la experiencia de la Corporación Financiera Internacional (IFC) con sus clientes y la información intercambiada durante los tres años de mesas redondas realizadas con la industria del agua y la minería, las discusiones con expertos clave e investigación bibliográfica. Aborda el tema del manejo sustentable del recurso agua a través de la perspectiva de recurso compartido con las comunidades involucradas.

## 5.4.5 - Gestión de la biodiversidad

Según el Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CBD, por sus siglas en inglés), la biodiversidad se define como:

(...) la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. (15)

A lo largo de su ciclo de vida, un proyecto minero puede afectar la biodiversidad a través de impactos directos, indirectos o acumulativos. En la guía “Biodiversity Management” (16) se describen los impactos clave que puede ocasionar la actividad minera sobre la biodiversidad. Entre ellos se incluyen:

- Eliminación del hábitat nativo;
- Degradación del hábitat terrestre;
- Degradación / contaminación del hábitat acuático;
- Extracción y contaminación del agua dulce;
- Impactos indirectos (por ejemplo: el cambio climático resultante de las emisiones de carbono es un impacto indirecto de importancia mundial para la biodiversidad).

Además, se debe reconocer la biodiversidad como regulador de los servicios ecosistémicos fundamentales – sea la provisión de agua potable, regulación de inundaciones, el ciclo de descomposición de la materia orgánica y otros procesos derivados del funcionamiento adecuado de ecosistemas naturales. Debido a ese carácter integrador en la funcionalidad

de los ecosistemas, se destaca la importancia de la gestión de la biodiversidad a través de herramientas como los estudios de línea de base y la Evaluación del Impacto Ambiental y Social (EIAS) para las etapas iniciales de exploración y factibilidad de un proyecto, y de los Sistemas de Gestión Ambiental (SMA) en etapas posteriores de operaciones y el cierre de minas.

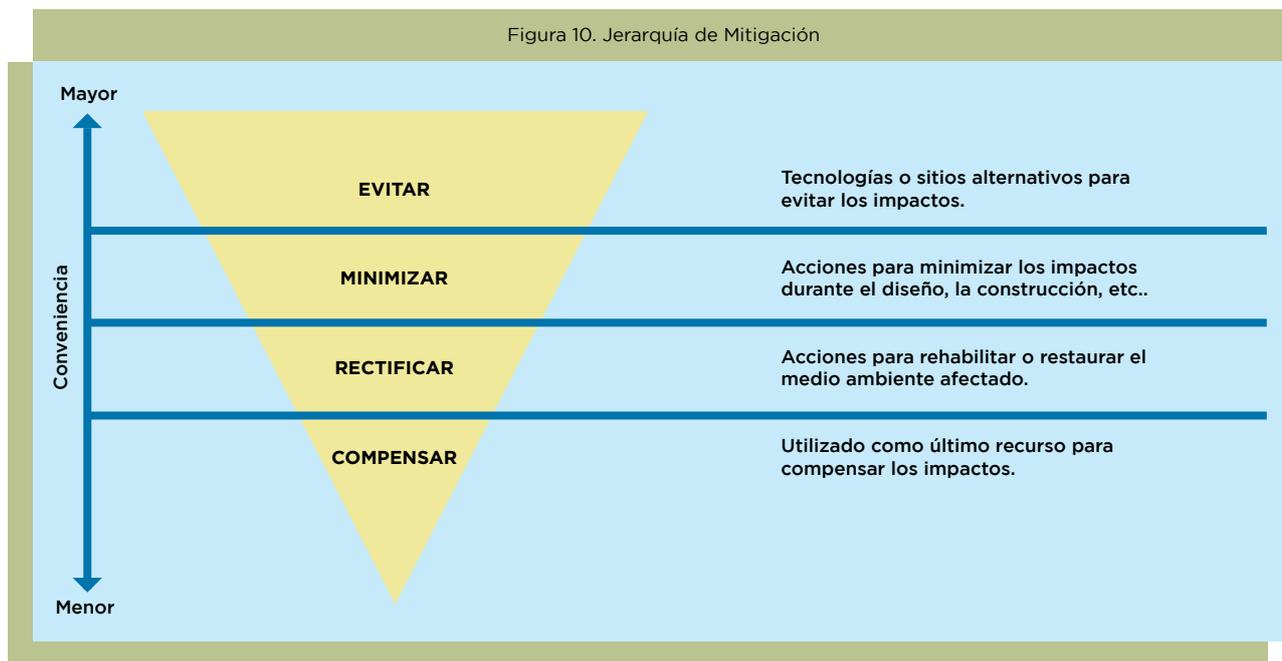
Las buenas prácticas recomiendan que los objetivos de biodiversidad formen parte de los criterios de terminación desarrollados para el plan de cierre de la mina (16).

Con la planificación del cierre de mina surge la oportunidad de restauración de la biodiversidad afectada durante las fases de exploración y explotación. Su objetivo fundamental debería ser la sustentabilidad a largo plazo de las medidas de conservación, mitigación y rehabilitación.

De acuerdo con lo propuesto por el ICMM en la Guía de Buenas Prácticas para la Minería y la Biodiversidad (2006), se considera como buena práctica en materia de mitigación de impactos sobre la biodiversidad, la utilización de la jerarquía de mitigación. Ésta constituye un marco de planificación conceptual clave, internacionalmente reconocido, que contribuye a limitar, en la medida de lo posible, los efectos adversos que ejercen los proyectos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La jerarquía de mitigación abarca una secuencia que consta de cuatro acciones clave, como se presenta en la Figura 10.

Cabe destacar que la rehabilitación se debe entender como el conjunto de medidas adoptadas para posibilitar los usos de la tierra acordados para el post-cierre. Este tema es abordado en una sección específica en la presente guía (Sección 10: Consideraciones sobre uso post-minero).

Figura 10. Jerarquía de Mitigación



Fuente: Guía de Buenas Prácticas para la Minería y la Biodiversidad, ICMM, 2006.

A continuación se brinda una serie de recursos asociados con la gestión de la biodiversidad en para abordar los aspectos ambientales el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Biodiversity Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

Esta guía describe los principios y procedimientos clave reconocidos como prácticas líderes para la evaluación, gestión y seguimiento de los valores de biodiversidad y su importancia para el sector minero (Sección 2); la planificación para el establecimiento de líneas de base de biodiversidad e inclusión en los procesos de evaluación de impacto (Sección 3); la evaluación de riesgos e impactos sobre la biodiversidad y la definición de objetivos de biodiversidad (Sección 4); la gestión a través del uso de la jerarquía de mitigación (Sección 5), y el monitoreo y reporte de desempeño de la gestión de la biodiversidad (Sección 6).

- » **Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad. Reino Unido, 2006.** Disponible en: [web](#)

Esta guía incluye los pasos indispensables para mejorar el manejo de la biodiversidad a lo largo del ciclo de vida de la actividad minera. La sección A resalta la importancia de la biodiversidad y la relevancia del sector minero, haciendo énfasis en la participación de los grupos de interés en la identificación, evaluación, mitigación y manejo de la biodiversidad. La sección B proporciona una guía del manejo de la biodiversidad en las diversas etapas operativas. La sección C describe los procesos de evaluación y sistemas de manejo, incluyendo Sistemas de Manejo Ambiental y Evaluación de Impacto Ambiental y Social, herramientas y procesos de participación de los grupos de interés (Capítulo 6), y herramientas de mitigación, rehabilitación y mejoramiento (Capítulo 7).

## RECURSOS

- » **The Biodiversity Consultancy, IPIECA, ICMM y Equator Principles Association. A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy. 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento proporciona orientación práctica, estrategias innovadoras y ejemplos para sustentar una implementación efectiva de la jerarquía de mitigación a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Proporciona orientación clara y sistemática para determinar y demostrar la pérdida o ganancia de biodiversidad como resultado de las iniciativas de mitigación, destacando su enlace con los servicios ecosistémicos.

- » **Gullison, R.E.; Hardner, J.; Anstee, S.; Meyer, M. Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad. 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía presenta las buenas prácticas en la elaboración de estudios de línea base para la biodiversidad que den soporte a la evaluación de impactos y la planificación de su manejo en evaluaciones de impacto ambiental y social (EIAS). Ayuda a comprender los conceptos técnicos, los estudios y análisis que se llevan a cabo, y a interpretar los resultados. Pone especial énfasis en los ecosistemas terrestres, aunque el enfoque y los principios básicos descritos son aplicables a cualquier ecosistema.

- » **Hardner, J., R.E. Gullison, S. Anstee, M. Meyer. Buenas Prácticas para la Evaluación y la Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad. 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía trata sobre las mejores prácticas para la evaluación de los impactos sobre la biodiversidad y la planificación de su manejo en los EIAS. Fue elaborada para ser utilizada en conjunto con la guía “Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad”, antes mencionada.

### 5.4.6 - Rehabilitación y restauración

La rehabilitación debe ser encarada como un componente integral para el desarrollo sostenible de la actividad minera y un indicador clave del buen desempeño ambiental sobre la gestión de proyectos. Es necesario comprender que minas que no son adecuadamente rehabilitadas presentan el riesgo de generar problemas de legado para todos los elementos de la sociedad: gobiernos, comunidades y empresas. Si no hay planificación y no se propone la rehabilitación progresiva desde el principio de la vida de la operación, se puede crear un obstáculo para lograr resultados esperados en la etapa de cierre y post-cierre que cumplan con los criterios de terminación acordados (16).

Más allá del objetivo de rehabilitación de áreas afectadas por la actividad minera, también se impulsa otro concepto a ser tenido en cuenta como buena práctica ambiental, que es el de restauración ecológica. Según la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER), “la restauración ecológica es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”. Mientras la rehabilitación propone devolver la funcionalidad y la productividad al ecosistema alterado creando nuevos sistemas distintos a su condición inicial, la restauración ecológica tiene por objetivo ayudar un ecosistema a recuperar su estructura y función teniendo como referencia el ecosistema previo al disturbio. La idea es favorecer el mecanismo de sucesión

ecológica (o “sucesión natural”) de las especies de un ecosistema y así contribuir a la gestión de la biodiversidad (Figura 11).

De acuerdo al documento “Mine Rehabilitation” (ver Recursos) la rehabilitación de minas se refiere al diseño y la construcción de terrenos, como también el establecimiento de ecosistemas sostenibles o vegetación alternativa, dependiendo del uso posterior deseado para la tierra. Para eso, la rehabilitación debería garantizar el cumplimiento de tres objetivos clave:

- La estabilidad y sostenibilidad a largo plazo de las formas terrestres, los suelos y la hidrología del sitio;
- La reparación parcial o total de la capacidad del ecosistema de proporcionar hábitats para la biota y servicios a las personas;
- La prevención de la contaminación del ambiente circundante.

Es necesario comprender que las minas que no son adecuadamente rehabilitadas representan un riesgo de posibles problemas futuros para los gobiernos, las comunidades y las empresas. La falta de una debida planificación y rehabilitación progresiva desde el principio de la vida de los proyectos mineros puede generar obstáculos para lograr los resultados esperados en la etapa de cierre y post-cierre que cumplan con los criterios de terminación acordados (16).

En este sentido, la no rehabilitación de los ecosistemas naturales a los estándares apropiados puede acarrear una serie de consecuencias negativas. En la “Guía para la evaluación de factores ambientales - Rehabilitación de ecosistemas terrestres” (Autoridad de Protección Ambiental de Western Australia, 2006) se describen las consecuencias de no rehabilitar los ecosistemas naturales a los estándares apropiados:

1. Reducción de la calidad y cantidad de hábitats para plantas, animales, hongos y microbios, lo que resulta en una pérdida neta de biodiversidad;

Figura 11. Relación entre la rehabilitación y restauración de ecosistemas



Adaptado de: “Mine Rehabilitation” (Australian Government, 2016).

2. Reducciones en las funciones esenciales de los ecosistemas, como el secuestro de carbono y la estabilización de la capa freática, entre otros;

3. Impactos en la vegetación natural adyacente debido a la invasión de malezas, cambios en la hidrología y pérdida de conectividad, entre otros;

4. Riesgos ambientales y costos de gestión que deben ser asumidos por la sociedad;

5. Reducciones en los valores económicos de los sitios (silvicultura, pastoreo, turismo, etc.);

6. Pérdida de atractivos visuales y valores patrimoniales;

7. Incumplimiento de condiciones / compromisos ambientales que requieran trabajos de reparación adicionales o pérdida de bonos;

8. Pérdida de imagen y reputación para los proponentes.

Los criterios de terminación efectivos aseguran que los procesos ecosistémicos requeridos para la estabilidad y la sostenibilidad sean restaurados como se muestra en la Figura 12.

Más allá del objetivo de rehabilitación de áreas afectadas por la actividad minera, también se impulsa otro concepto a ser tenido en cuenta como buena práctica ambiental, que es el de restauración ecológica. Según la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, por sus

Figura 12. Ecosistema rehabilitado estable y sostenible



Fuente: Guidance for the Assessment of Environmental Factors - Rehabilitation of Terrestrial Ecosystems. Western Australia Environmental Protection Authority, 2006.

siglas en inglés), “la restauración ecológica es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”. Mientras la rehabilitación propone devolver la funcionalidad y la productividad al ecosistema alterado creando nuevos sistemas distintos a su condición inicial, la restauración ecológica tiene por objetivo ayudar un ecosistema a recuperar su estructura y función

teniendo como referencia el ecosistema previo al disturbio. La idea es favorecer el mecanismo de sucesión ecológica (o “sucesión natural”) de las especies de un ecosistema y así contribuir a la gestión de la biodiversidad (17).

La presente es una recopilación de documentos de referencia sobre rehabilitación y restauración para el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Mine Rehabilitation - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#) Versión en español: [web](#)

Esta guía de Rehabilitación de Minas describe los principios y procedimientos clave ahora reconocidos como prácticas líderes para planificar, implementar y monitorear la rehabilitación. Establece la importancia de los objetivos de rehabilitación, metas y criterios de éxito, la planificación para rehabilitar a través de la participación de las partes interesadas, definición de líneas de base de rehabilitación, la rehabilitación progresiva, monitoreo, entre otros.

- » **Guidelines for Preparing Mine Closure Plans. Department of Mines and Petroleum (DMP) and the Environmental Protection Authority (EPA). Government of Western Australia. 2015.** Disponible en: [web](#)

La guía Directrices en la Preparación de Planes de Cierre del gobierno australiano tiene como objetivo destacar la importancia del proceso de planificación para que la mina pueda cerrarse, retirarse del servicio y rehabilitarse para cumplir con los objetivos de rehabilitación y cierre. Presenta contenidos requeridos en planes de cierre, y un apéndice muy interesante en tema rehabilitación (APPENDIX G: Overview of specific mine closure issues - Rehabilitation).

- » **Environmental Code of Practice for Metal Mines. Environment Canada. 2009.** Disponible en: [web](#)

El Código de Prácticas Ambientales para la Minería Metálica, elaborado por el organismo federal ambiental de Canadá, describe las actividades operativas y las preocupaciones ambientales asociadas de este sector industrial. El documento se aplica al ciclo de vida completo de la minería, desde la exploración hasta el cierre de minas, con recomendaciones de prácticas de gestión ambiental líderes en mitigación de los problemas ambientales identificados. El Código se aplica específicamente a la minería metálica, pero proporciona una guía útil para todos los sectores de la industria minera.

- » **Guidance for the Assessment of Environmental Factors. Western Australia Environmental Protection Authority. 2006.** Disponible en: [web](#)

El documento Guía para la Evaluación de los Factores Ambientales del gobierno australiano busca impulsar la recuperación de la biodiversidad en áreas rehabilitadas, al aumentar la calidad, la uniformidad y la eficiencia de los estándares y procesos para la rehabilitación de la vegetación nativa. Elaborada para los hábitats

## RECURSOS

terrestres y humedales, la guía se enfoca en el uso efectivo de los criterios de terminación para medir la biodiversidad en la rehabilitación. Utiliza principios científicos sólidos que reconocen las consecuencias de los cambios permanentes en las formas terrestres, los suelos y la hidrología. Estos incluyen criterios estándar que se aplican a todos los proyectos.

- » **Excellence in Environmental Stewardship e-toolkit (EES) Version-01. e3Plus: A Framework for Responsible Exploration. Prospectors & Developers Association of Canada. 2009.** Disponible en: [web](#)

La Asociación Canadiense de Prospectores y Desarrolladores (PDAC) desarrolló un kit de herramientas online para la Excelencia en el Cuidado Ambiental diseñado especialmente para los proyectos de exploración. Es un recurso completo y actualizado sobre prácticas y desafíos para la exploración ambientalmente responsable. Posee un capítulo que trata específicamente de cierre y presenta información muy útil en términos de rehabilitación.

- » **Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica – incluyendo principios y conceptos clave. McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (Society for Ecological Restoration, 2016).** Disponible en: [web](#)

Este documento provee estándares para guiar a profesionales, personal de operaciones, planificadores, agencias reguladoras y de financiamiento dedicadas a la restauración de ecosistemas degradados de todo tipo, en cualquier lugar del mundo. Posiciona la restauración ecológica en un contexto global, incluyendo su rol en la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento del bienestar humano.

- » **National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia. Second Edition. Standards Reference Group - Society for Ecological Restoration Australasia (SERA). 2017.** Disponible en: [web](#)

Este documento de la Sociedad para la Restauración Ecológica de Australasia identifica la necesidad y el propósito de la restauración ecológica y explica su relación con otras formas de reparación ambiental. Los Estándares Nacionales identifican los principios que sustentan las filosofías y métodos de restauración, y describen los pasos requeridos para planificar, implementar, monitorear y evaluar un proyecto de restauración para aumentar la probabilidad de su éxito.

- » **Landscape Function Analysis: Procedures for Monitoring and Assessing Landscapes – With special reference to Minesites and Rangelands. D J Tongway and N L Hindley, CSIRO Australia. 2004.** Disponible en: [web](#)

El documento Análisis Funcional del Paisaje: Procedimientos para el Monitoreo y Evaluación de Paisajes propone la utilización de indicadores de campo de rápido acceso para evaluar el funcionamiento biogeoquímico de los paisajes en la escala de pendientes. Se desarrolló para evaluar el proceso de recuperación de áreas degradadas, a través de indicadores de campo simples que reflejan las variables medidas de estabilidad, infiltración de agua y ciclos de nutrientes. En Australia, el uso del método LFA se ha extendido para monitorear la rehabilitación de minas, y este manual proporciona un enfoque integrado para el monitoreo de paisajes mediante la evaluación de la funcionalidad de los suelos y la vegetación.

---

## 5.4.7 - Gestión social del cierre

La planificación de la gestión social de la etapa de cierre es un aspecto clave para abordar los desafíos derivados de la transición socioeconómica del cierre, entre estos la dependencia económica, y para contribuir al desarrollo sustentable de la población local en el escenario post-cierre.

Los cambios en el entorno social causados por el cierre de una operación minera pueden ser de intensidad variable dependiendo de la escala de la operación y de su lapso de duración, así como también de las características demográficas, socioeconómicas y productivas, culturales e institucionales de dicho entorno. En el caso de proyectos de duración prolongada, estos pueden derivar en cambios importantes en la actividad económica y capacidad productiva con alcance intergeneracional, por lo tanto conllevar también cambios culturales. Estas implicancias son aun más relevantes si las operaciones tienen lugar en territorios remotos, geográficamente desconectados de los centros poblacionales (18). En situaciones de dependencia económica como esta, la transición que se inicia con el cierre de un proyecto puede tener importantes consecuencias socioeconómicas a nivel local si no es gestionada adecuadamente.

Entre los factores decisivos que las buenas prácticas indican tener en cuenta al momento de considerar los aspectos sociales del cierre de minas se encuentran:

**Planificación e implementación temprana para la transición progresiva:** Desde el momento mismo en que empieza a plantearse el desarrollo de un proyecto minero, deben considerarse los aspectos socio-comunitarios asociados al cierre de la mina. Ya desde su primera concepción, los planes de cierre deben incluir consideraciones relativas a los impactos, desafíos y oportunidades que podrían generarse a partir del cierre de la mina en los atributos sociales, culturales y económicos de las poblaciones del área de influencia social de los proyectos. La prevención de los riesgos previstos y el aprovechamiento de las oportunidades para avanzar en una transición progresiva no es

inmediata y suele llevar tiempo y dedicación y por ello, los esfuerzos deben hacerse durante todo el transcurso de la vida de la mina, incluida la etapa de cierre. En definitiva, los impactos residuales del cierre se verán influidos en gran medida por las capacidades (material y social) creadas durante la etapa de explotación.

**Evaluación y gestión de riesgos sociales del cierre:** La inclusión de aspectos socio-comunitarios en los planes de cierre debe reflejar un proceso de evaluación de los riesgos sociales del cierre de la mina, así como la elaboración y puesta en marcha de un programa de manejo de dichos riesgos. El enfoque basado en la evaluación de riesgos implica que, desde el momento en que se planifica el proyecto minero, las empresas operadoras tomen en consideración los riesgos socioeconómicos potenciales del proyecto en su área de influencia social, y definan e implementen un programa de manejo que contemple las medidas necesarias para prevenir, minimizar y/o controlar los riesgos identificados desde el punto de vista de la transición y la sostenibilidad en el largo plazo (ver sección 6.3 para mayores detalles).

**Seguimiento de indicadores sociales:** Para la consideración y planificación de medidas de manejo de los riesgos e impactos sociales del cierre de la mina, es necesario definir y medir indicadores clave que permitan monitorear los cambios en el entorno social que podrían ocurrir durante la etapa de cierre y post-cierre. Para ello es indispensable utilizar metodologías que garanticen la trazabilidad y permitan la actualización periódica de la información relevada. Siguiendo la buena práctica de planificación temprana del cierre, es recomendable que estos indicadores estén considerados en el diseño de la línea de base social a desarrollar durante la etapa de planificación y explotación de la mina.

**Aporte al desarrollo local sustentable:** La inclusión de aspectos sociales en los planes de cierre de minas está estrechamente relacionado con la capacidad de reducir el grado de dependencia económica de las poblaciones

---

locales respecto del proyecto y contribuir a su desarrollo sustentable en el escenario post-cierre. Para esto, las buenas prácticas identifican distintas estrategias tales como la diversificación de actividades productivas, el desarrollo de nuevas habilidades locales o contar con mayores recursos y capital social respecto de aquellos que presentaba antes del comienzo de la explotación. Asimismo, como se plantea más adelante, es aconsejable que estos planes reflejen el proceso de involucramiento y participación informada de los actores locales de interés y los gobiernos locales y provinciales.

**Articulación Público-Privada:** En línea con el punto anterior y siempre que sea posible, resulta deseable que se armonicen las estrategias y acciones relativas a los aspectos socioeconómicos del plan de cierre con los planes de desarrollo locales, provinciales, regionales o nacionales que se encuentren vigentes en los territorios donde se insertan los proyectos mineros. Por otra parte, cuando las empresas mineras hayan decidido, como parte de sus prácticas comunitarias o de responsabilidad social empresaria, prestar a la población de su área de influencia social servicios básicos de forma regular y continuada en el tiempo –como

por ejemplo energía eléctrica, suministro de agua de consumo humano, servicios de salud o educación, o mantenimiento de infraestructura de uso público-, es deseable que consiga forjar acuerdos o convenios con los organismos estatales pertinentes en pos de asegurar la continuidad de estos una vez finalizado el proyecto minero.

**Involucramiento y participación informada con partes interesadas:** La gestión social del cierre de la operación debe acompañarse y retroalimentarse de procesos de involucramiento con las partes interesadas, en particular de aquellas de orden local (por ejemplo, población, comunidades indígenas, organizaciones de base y municipio). El involucramiento comunitario posibilita la adecuada divulgación de información y de participación de las partes, así como la optimización de los procesos de toma de decisiones para así potenciar los impactos socioeconómicos positivos inherentes al proyecto y mitigar los impactos negativos.

A continuación se presenta un conjunto de recursos bibliográficos de utilidad para abordar los aspectos sociales del cierre de una mina:

## RECURSOS

- » **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM. 2019.** Disponible en: [web](#)

La segunda edición de la guía del ICMM hace hincapié en la necesidad del involucramiento de todas las partes interesadas y ofrece dos herramientas específicas – Herramienta 5 y 6 – para orientar a un mecanismo de transición social exitoso a través del proceso de cierre.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta lista de verificación para gobiernos tiene como objetivo brindar a los tomadores de decisiones los elementos básicos para generar un marco de gobernanza exitoso para el cierre de minas sobre la base de las prácticas y estándares líderes a nivel internacional. Contiene apartados que hablan acerca de las economías en transición y el manejo de expectativas, con breves descripciones de casos ilustrativos sobre estos aspectos del cierre de minas.

## RECURSOS

- » **Community Engagement and Development - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este documento se enfoca en las relaciones de las empresas mineras con las comunidades locales y con otras partes interesadas, así como en las formas en que dichas empresas pueden contribuir al desarrollo comunitario a largo plazo. Presenta conceptos generales acerca del desarrollo comunitario y ejemplos de buenas prácticas y actividades de desarrollo y compromiso con la comunidad en las distintas etapas de los proyectos mineros.

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía contiene directrices y buenas prácticas que apuntan a la elaboración de programas sociales dentro de los planes de cierre de minas con el objeto de promover el desarrollo local sostenible. Se tratan temas de seguimiento a indicadores de desarrollo y calidad de vida, la elaboración de programas que fomenten la diversificación de la base productiva local, entre otros.

- » **Community Development Toolkit. ICMC. 2012.** Disponible en: [web](#)

Este conjunto de herramientas (versión actualizada de una primera publicación del año 2005) aborda de manera integral la cuestión del desarrollo comunitario desde la etapa de construcción hasta el cierre y post-cierre. Proporciona un conjunto de herramientas específicas agrupadas por tema: desarrollo comunitario, relacionamiento, planificación, evaluación, manejo y monitoreo y evaluación.

- » **Anglo American Socio-Economic Assessment Toolbox (SEAT) Version 3. London, United Kingdom. 2012.** Disponible en: [web](#)

Si bien no trata de forma específica el cierre de minas, esta guía realiza un recorrido general por algunas de las principales herramientas que puede utilizar una empresa minera para realizar la evaluación y gestión de los impactos socioeconómicos de los proyectos.

- » **Towards Sustainable Decommissioning and Closure of Oil Fields and Mines: A Toolkit to Assist Government Agencies. World Bank Multistakeholder Initiative, 2010.** Disponible en: [web](#)

Este documento es un conjunto de herramientas dirigido a los gobiernos de países ricos en recursos, cuyo propósito es favorecer el desarrollo de marcos regulatorios flexibles y sistemáticos sobre los principales componentes del cierre de proyectos del sector de hidrocarburos y minería. Presenta un conjunto de herramientas que abordan las mejores prácticas socio-ambientales a tenerse en cuenta desde la perspectiva de las agencias gubernamentales y las autoridades de aplicación.

## RECURSOS

- » **Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas. 1ª edición. ICMM. 2008.** Disponible en: [web](#)

Esta publicación ofrece un conjunto de pautas y herramientas para asistir a los tomadores de decisiones en la planificación del cierre de minas desde una perspectiva holística. Presenta un conjunto de herramientas específicas, con la Herramienta 2 desarrollando distintos temas tratados en este apartado.

- » **Mine closure and social performance: an industry discussion paper. J. Owen y D. Kemp (2018). Centre for Social Responsibility in Mining, Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland, Brisbane.** Disponible en: [web](#)

Interesante documento de discusión, resulta como marco conceptual general para abordar los aspectos sociales del cierre de minas. Presenta un análisis de los principales obstáculos y estrategias para la “optimización social” del cierre de minas, considerando los roles y responsabilidades de las empresas mineras, los gobiernos y las comunidades locales.

- » **Guía para la elaboración de Planes de Cierre de Minas. Ministerio de Energía y Minas, Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

Contiene información acerca de los distintos componentes socioeconómicos y culturales que deben incorporarse en los planes de cierre. Además, propone cuestiones relativas a la reutilización de distintos componentes del proyecto (la transferencia de instalaciones para uso público, a la comunidad o gobiernos).



Botadero Bajo el Durazno. Mina Alumbraera, Provincia de Catamarca, 2019.

---

# 6.

---

## ENFOQUE BASADO EN RIESGOS

---

Los proyectos mineros enfrentan diversos tipos de riesgos, que incluyen desde la salud y seguridad en el espacio de trabajo, el ambiente, la salud y seguridad pública, aspectos socioeconómicos y de derechos humanos. También, los riesgos legales y regulatorios, de producción y operación, los reputacionales y financieros, entre otros. En esta sección se intenta poner el enfoque en los riesgos ambientales y sociales, mientras que para una extensa discusión sobre los distintos tipos de riesgo asociados a la actividad minera un buen documento de referencia es la guía "Risk Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry" (Ver Recursos).

En su Marco de Sostenibilidad Ambiental y Social, la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial (19) establece como primera la Norma de Desempeño - Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales, que define la importancia de una evaluación integrada para identificar los impactos, riesgos y oportunidades ambientales y sociales en el desarrollo de proyectos.

En líneas generales, el concepto de "riesgo" se define como la posibilidad de daño, y su medición se refiere a la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la gravedad de sus consecuencias. Las metodologías para evaluación de riesgos pueden incluir métodos cualitativos, semi-cuantitativos y cuantitativos. Por general, el método consiste en un análisis de identificación y una valoración de riesgos guiados por planillas o matrices, en las cuales se selecciona el nivel de probabilidad del evento analizado y sus consecuencias en función de una escala de severidad del daño construida para cada caso.

Los criterios siempre dependerán del nivel de tolerancia al riesgo que cada responsable del análisis decide aceptar. Por lo tanto, se entiende que cada análisis tiene un carácter específico, y se debe formular una matriz de evaluación de riesgos de acuerdo a las necesidades identificadas. El objetivo final de la evaluación de riesgos es establecer las medidas necesarias para evitar o reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados y/o minimizar sus consecuencias



Trabajo de monitoreo ambiental participativo. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy.

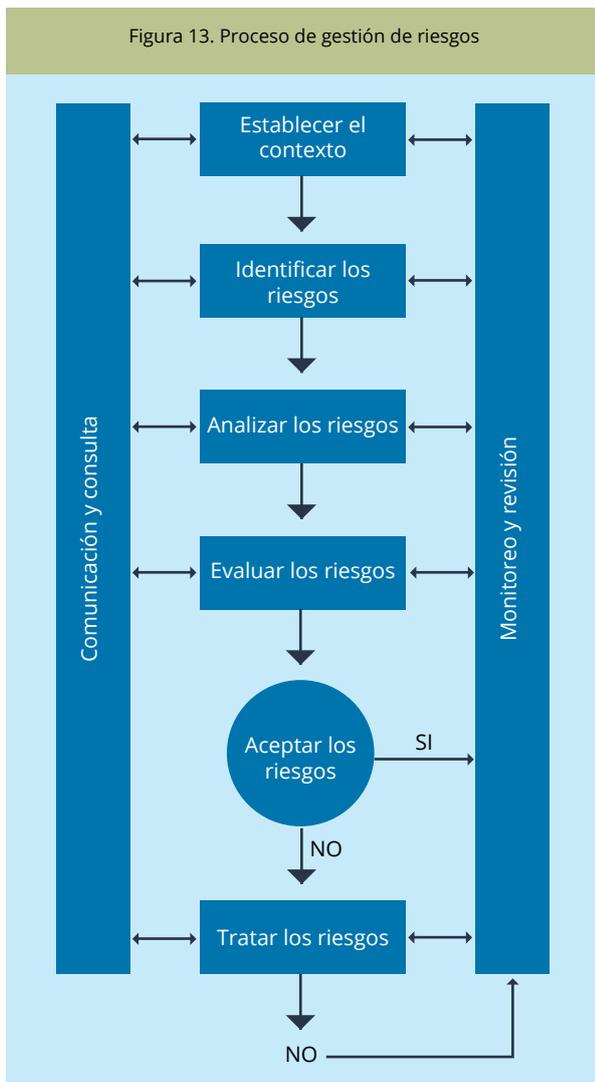
o impacto si es que efectivamente ocurre. Este proceso de evaluación de riesgos, compuesto de la identificación y valoración de los riesgos y el establecimiento y monitoreo de medidas es denominado: Gestión de Riesgos.

Para llevar adelante el proceso de gestión de riesgos, resulta clave centrarse en las capacidades, conocimientos y experiencias técnico-profesionales de quienes realizan el análisis. Pero también, acuerdo a las buenas prácticas vigentes, resulta igualmente clave que se complemente con los puntos de vista y opiniones de los grupos de interés (i.e. Gobierno, proveedores, organizaciones sociales, población local) a través de un ejercicio de comunicación

de ida y vuelta (informar y consultar).

Los elementos principales en la gestión de riesgos, y la importancia de considerarla como un proceso iterativo se representan en la Figura 13 relativa al estándar internacional “ISO 31000:2018 Gestión del riesgo – Directrices”, otra fuente de referencia al tema y que fue recientemente revisada. El proceso adecuado destaca la necesidad continua de comunicación y consultas, revisión y control de riesgos.

## 6.1 - LA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADA AL CIERRE DE MINAS



Adaptado de: Cierre de Minas - Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera – Australian Government, 2016.

Se observa que el proceso de gestión de riesgos del cierre se desarrolla durante todo el ciclo de vida de la mina y no solamente cuando ésta llega a su fin. Para cada etapa, las elecciones de tecnología deben realizarse sobre la base de una evaluación de riesgos que tenga en cuenta el entorno, la seguridad y las propiedades técnicas. La evaluación de los riesgos relacionados con el cierre y un plan de gestión de riesgos se debe hacer desde el inicio de diseño del proyecto, y de la misma manera que relativo al plan de cierre, debe actualizarse según sea necesario.

A su vez, se debe considerar la evaluación de riesgos como una herramienta que posibilita priorizar los riesgos identificados, lo que permite enfocar las medidas de cierre en la gestión de los riesgos significativos.

Por último, la comparación de las opciones de gestión de riesgos se puede utilizar para seleccionar las mejores opciones de cierre disponibles. En todo caso, si una evaluación de riesgo no se ha realizado previamente, esto debería hacerse cuando se elabore el plan de cierre definitivo.

A través del enfoque basado en el riesgo para la planificación del cierre de la mina se destacan diversos beneficios:

- Identificación de una gama de escenarios de cierre según el riesgo establecido;

- Identificación temprana de riesgos potenciales para un cierre exitoso;
- Desarrollo de criterios aceptables y realistas para medir el desempeño;
- Resultados de cierre ordenados, oportunos y rentables;
- Reducción de la incertidumbre en los costos de cierre, y
- Mejora continua en los estándares de rehabilitación de la industria (como el diseño de la membrana, la gestión de drenaje contaminado, erosión y filtración, etc.).

La guía “Cierre Integrado de Minas: guía de buenas prácticas” (8), contiene los lineamientos principales para una planificación adecuada y trae un conjunto de herramientas para el apoyo integral en la etapa de cierre. En particular, la Herramienta 8 -Evaluación y gestión de riesgos y oportunidades- sirve de orientación para asistir en el proceso de evaluación de riesgos durante la planificación de cierre de mina (ver Figura 14).

A continuación se presenta un documento a modo de referencia sobre la gestión de riesgos en el ámbito de la minería:



Adaptado de: Integrated Mine Closure – Good Practice Guide, 2nd edition. ICMM, 2019

## RECURSOS

- » **Risk Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

La gestión de riesgos en la industria minera debe aplicarse a todos los aspectos del ciclo de vida de la mina, y este manual trata de abarcar los diversos tipos de riesgos que deben ser evaluados. Toma como referencia la norma internacional “ISO 31000 - Gestión de riesgos: principios y directrices” ofreciendo un marco genérico para establecer el contexto e identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar riesgos. Los capítulos clave del manual describen el análisis, la identificación y la evaluación del riesgo y analizan cómo se pueden controlar mediante una planificación y una toma de decisiones adecuadas. Finalmente, el manual enfatiza la importancia de la comunicación, tanto interna como externamente, a lo largo del proceso de evaluación y gestión de riesgos.

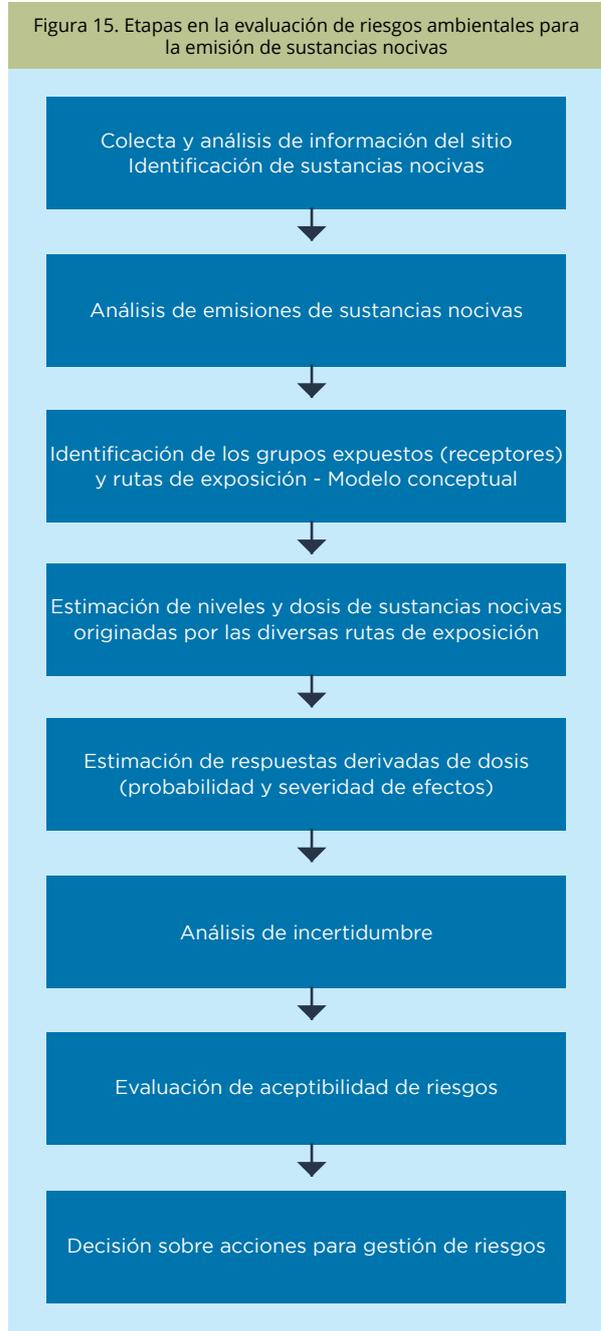
## 6.2 - EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de los riesgos involucrados en el cierre de minas comienza en las etapas tempranas de planificación. Es en este momento que se debe prestar especial atención al control de las emisiones al ambiente. Es particularmente importante identificar las fuentes de emisiones y las vías de transporte, y utilizar estos datos para minimizar la liberación de sustancias nocivas al ambiente. Los factores clave a evaluar durante la concepción del proyecto y que inciden directamente en la gestión y minimización de riesgos ambientales son:

- Emisiones de material particulado (provenientes de depósitos de almacenamiento, relaves y escombreras),
- Riesgos relacionados con el uso y almacenamiento de productos químicos, y su control,
- Problemas de estabilidad (diques, open pits) con vistas a eventos naturales extremos (inundaciones, tormentas, etc.).
- La generación de drenaje ácido y la lixiviación de iones metálicos/no metálicos dañinos, y la posible migración y consecuente el impacto sobre la calidad del agua superficial y subterránea en cuerpos receptores.

Para la evaluación de los riesgos ambientales es necesario un análisis detallado que incluya:

- 1) la identificación de peligros químicos y físicos específicos asociados con los residuos mineros y acopios;
- 2) la identificación de la fauna y la flora específicas (los receptores ecológicos) que tienen el potencial de verse afectados por los peligros identificados; y
- 3) la identificación de las vías físicas de exposición del peligro a cada receptor (sea ingestión de material del suelo o agua contaminada, por ejemplo). A continuación, en la Figura 15 se presenta un ejemplo del



Adaptado de: Mine Closure Handbook - Environmental Techniques for the Extractive Industries. Finlandia, 2008.

proceso básico de evaluación y gestión de riesgos para emisión de sustancias nocivas.

A continuación se describen una serie de documentos de referencia sobre evaluación de riesgos ambientales para el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el Cierre de Faenas Mineras. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) – Arcadis. Chile, 2014.**

Disponible en: [web](#)

Este documento parte de la premisa de que la evaluación de riesgos es una parte esencial dentro de la formulación del plan de cierre. Enfocada en aspectos técnicos, la metodología presentada permite obtener los niveles de riesgo para cada una de las instalaciones de la mina, mediante la combinación de los dos elementos esenciales en el análisis: la probabilidad de ocurrencia de un hecho y la severidad de sus consecuencias. Con ambos valores identificados, se determina a través de una matriz el nivel de significancia del riesgo para cada una de las instalaciones mineras. Como soporte para el mejor entendimiento, presentan un ejemplo de aplicación con un caso hipotético de diques de colas, donde se desarrolla paso a paso cada una de las etapas de la evaluación en cuestión.

- » **Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. Ministerio del Ambiente – MINAM, Perú. 2009.** Disponible en: [web](#)

Esta guía sirve como una herramienta de apoyo para el desarrollo de evaluaciones ambientales, con la finalidad de determinar los niveles de riesgos en un área geográfica bajo análisis, basados en indicadores y criterios de evaluación. Tiene como objetivo uniformizar lineamientos y criterios para la estimación del riesgo durante una evaluación ambiental. El propósito de la Guía es facilitar al profesional o evaluador de una herramienta práctica la cual incluye anexos, los mismos que contienen cuadros, listados, gráficos, ejemplos prácticos, y todo aquello que sea necesario para una eficiente y eficaz evaluación, y al término se tenga óptimos resultados, de tal manera que se recomienden estudios definitivos, y se traduzcan en oportunas y correctas decisiones.

- » **Mine Closure Handbook - Environmental Techniques for the Extractive Industries. P. M. Heikkinen, P. Noras, R. Salminen (eds.). Finlandia. 2008.** Disponible en: [web](#)

Este manual incluye lineamientos y principios generales para el cierre de minas, presentando sugerencias para los procedimientos y metodologías de cierre tomando como referencia la legislación de Finlandia y de la Unión Europea. Tiene como objetivo establecer y promover un código uniforme de mejores prácticas para todo el proceso de cierre de minas. Presenta un capítulo dedicado a la evaluación de impacto ambiental (EIA) y la evaluación de riesgos y su relación como parte esencial del proceso de cierre de la mina y del ciclo de vida de las operaciones mineras con vista a minimizar los riesgos para al ambiente natural y para las personas.

- » **Environmental Risk Assessment (ERA): An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. Ministry of Environment, Lands and Parks. British Columbia, Canada. 2000.** Disponible en: [web](#)

Este documento describe un enfoque de la Evaluación de Riesgos Ambientales (ERA) con el objetivo de ayudar al personal de las agencias gubernamentales a evaluar e informar las condiciones ambientales, así como las partes interesadas que participan en la revisión de propuestas de desarrollo. El enfoque implica la identificación, análisis y presentación de la información en términos de riesgo para los valores ambientales

## RECURSOS

para informar los procesos de planificación y toma de decisiones. No está enfocado en la actividad minera específicamente, pero sirve para profundizar el conocimiento en la metodología de ERA y los conceptos involucrados.

### 6.3 - EVALUACIÓN DE RIESGOS SOCIALES

Todo proceso de evaluación de riesgos del cierre requiere una identificación y evaluación específica de las consecuencias sociales que pueden ocurrir a causa del cese de actividades de la operación. En este sentido, la evaluación de los riesgos sociales del cierre de una mina es tan importante como la evaluación de los riesgos ambientales, ya que como se mencionó, las consecuencias sociales del cierre son sumamente relevantes.

En primera instancia, debe reconocerse que la definición de riesgo social posee por lo menos dos acepciones diferenciadas en la literatura específica. El riesgo social es entendido como:

**Riesgos para el proyecto.** Usualmente considerados como riesgos “no técnicos”, son los desafíos que impone el contexto y los actores sociales concretos para el cumplimiento de los objetivos de un proyecto. Esto puede incluir amenazas legales (i.e. acciones de incidencia colectiva), reputacionales (i.e. exposición negativa en medios de comunicación, críticas de formadores de opinión) y operativas (i.e. huelgas, protestas, bloqueos, toma de instalaciones, sabotajes, etc.). Amenazas que a su vez, pueden conllevar consecuencias financieras no previstas tales como costos adicionales por reposición de equipamiento, pago de litigios judiciales o indemnizaciones.

**Riesgos para las personas.** Son los impactos negativos potenciales que un proyecto puede causar a las personas, su salud y seguridad y a sus modos y medios de vida. Esto incluye tanto los riesgos de impactos adversos directamente causados por un proyecto, como los riesgos indirectos y los acumulativos a los

que contribuye. En este sentido, los factores de riesgos sociales asociados con el cierre de la operación pueden estar relacionados con la salud y seguridad de la población y con los desafíos de transición socioeconómica. Entre estos desafíos pueden mencionarse las reducciones progresivas de mano de obra empleada, de adquisición de insumos, bienes y servicios de proveedores locales y de pago de regalías, impuestos y de otros aportes al erario público provincial y municipal. También, la emigración de población y la sobreoferta habitacional y de otros servicios básicos en las localidades a causa de su despoblamiento, el cese de mantenimiento de la infraestructura de uso común que se generó y que se mantuvo a raíz del proyecto minero y la gestión de expectativas y preocupaciones que genera el cierre en las personas.

En la presente guía se prioriza esta última acepción de riesgo social, sin perder de vista que la falta de gestión adecuada de los riesgos para los proyectos puede representar un obstáculo para el cumplimiento de los objetivos de cierre y su planificación y la generación de nuevos riesgos e impactos sociales de segundo orden.

La evaluación de riesgos sociales forma parte de un proceso de debida diligencia para una conducta responsable de la operación con su entorno social. Este proceso de debida diligencia principalmente incluye: i) la identificación y evaluación de los impactos negativos reales y potenciales (riesgos), ii) la implementación de medidas necesarias para detener, prevenir o mitigarlos dichos impactos, iii) el seguimiento de la efectividad de las medidas implementadas,



Vista de pilas. Proyecto Lomada de Leiva, Provincia de Santa Cruz, 2014.

y iv) cuando corresponda reparar o colaborar en la reparación del impacto.

En gran medida, la metodología de identificación y evaluación de los riesgos sociales no difiere de la explicitada en la sección anterior. No obstante, en la consideración de los riesgos sociales se hace evidente que, por la propia naturaleza dinámica de las relaciones sociales, el análisis es un proceso iterativo (y no producto de una única vez) alimentado por dos insumos clave que se encuentran en constante cambio a través del tiempo: i) la comprensión del contexto social, a través de la línea de base social y el mapa de actores o partes interesadas y sus actualizaciones, y ii) el involucramiento con la población local, a través de instancias de consulta y el relacionamiento comunitario permanente.

En particular, al considerar los riesgos sociales debe tenerse en cuenta que:

- Los riesgos sociales siempre están asociados a personas y/o grupos de personas concretas que pueden verse

afectados frente a su ocurrencia. Para una adecuada gestión de los riesgos sociales es necesario identificar fehacientemente quiénes pueden ser los afectados para cada uno de los riesgos;

- Frente a un riesgo social consumado (impacto), hay personas o grupos de personas que podrán verse más severamente afectadas por sus consecuencias que otras. Esta condición de vulnerabilidad de las personas o grupos de personas asociados a los riesgos debe ser caracterizada e incorporada en el análisis a fin de valorar correctamente el riesgo;
- La evaluación de los riesgos sociales y su gestión requieren de especialistas con el conocimiento y las competencias idóneas para abordar las cuestiones sociales y diseñar e implementar las relaciones con las comunidades;
- Además de la determinación “técnica-profesional” del riesgo debe considerarse

---

que las personas juzgan al riesgo de manera diferente según su experiencia, realidad y valores. Integrar la percepción comunitaria del riesgo en el análisis facilita adaptar el proceso de gestión de riesgos a las preocupaciones y expectativas de las personas y/o grupos potencialmente afectados.

El proceso de identificación de riesgos sociales puede sistematizarse a partir de herramientas de gestión que guían el análisis a través de los diferentes aspectos sociales que afectan o preocupan a la población local y a otros actores o partes interesadas.

En la literatura especializada pueden encontrarse variados listados o categorizaciones de los aspectos sociales relacionados con la minería. Como ejemplo específico puede mencionarse la categorización de Vivoda et al. (20), que establecieron los aspectos sociales relevantes para el cierre de mina: Economía, negocios (actividad productiva y comercial), empleo, seguridad, educación y capacitación, infraestructura, esparcimiento, medios de vida (acceso a recursos, alimentación, etc.), propiedad de la tierra (incluye reconocimiento de propiedad ancestral), cuestiones habitacionales (viviendas), salud, condiciones ambientales, demografía, participación, inclusión (incluye, población indígena, grupos minoritarios, cuestiones de género) y patrimonio cultural (incluyendo inmaterial y material - histórico, arqueológico, paleontológico).

De igual forma, el proceso de identificación

requiere reconsiderar estos aspectos a partir de distintas perspectivas que brinden nuevos enfoques o puntos de vista desde dónde llevar adelante el análisis. Entre estos enfoques se encuentran las perspectivas de género, las condiciones de vulnerabilidad y las capacidades locales de adaptación al cambio climático.

La realización de la debida diligencia en materia de derechos humanos para evaluar si la operación y las acciones de cierre pueden tener real o potencial impacto adverso sobre los derechos humanos forma parte de estas perspectivas para evaluar la interacción entre el proyecto y su entorno social.

Se recomienda que los riesgos sociales asociados a la etapa cierre identificados y evaluados sean incorporados en un plan específico (i.e. de manejo o gestión social) junto con las medidas correspondientes para detenerlos, prevenirlos o mitigarlos y las acciones programadas para su implementación y para el seguimiento de su efectividad.

La identificación de oportunidades, acciones y/o contribuciones positivas que el proyecto puede realizar en su entorno social en el marco de su Responsabilidad Social Empresarial, no excluye ni reemplaza la identificación de los riesgos e impactos sociales ni el establecimiento de medidas específicas para gestionarlos.

A continuación se presenta una serie de documentos de referencia a la evaluación de riesgos sociales para el cierre de minas (comenzando por el más reciente):

## RECURSOS

- » **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM, 2019.**

Disponible en: [web](#)

La guía ofrece un conjunto de pautas y herramientas para asistir a los tomadores de decisiones en la planificación del cierre de minas desde una perspectiva integral. Desde esta perspectiva enfatiza la necesidad de un enfoque basado en riesgos. En su Sección 6 establece la relación entre el involucramiento con comunidades y otras partes interesadas y la gestión de los riesgos sociales de cierre y en su Sección 7, brinda pautas generales para la identificación y evaluación de los riesgos y oportunidades relacionadas con el cierre. El documento también incluye herramientas para su aplicación, entre las que para este tema, se destaca la Herramienta 8: Evaluación y gestión de riesgos/oportunidades, en particular, la escala de valoración de consecuencias sociales de los riesgos.

- » **Evaluación del impacto social: integrando los aspectos sociales en los proyectos de desarrollo. Kvam, Reidar. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo N°613: 2018.** Disponible en: [web](#)

Si bien no está particularmente orientada para el sector minero, esta guía -elaborada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)-, proporciona una descripción general de los estándares de buenas prácticas en materia de Evaluación de Impacto Social (EIS). Identifica los elementos clave de la EIS e incorpora específicos sobre los factores de riesgos sociales (Anexo 1) y herramientas prácticas para su evaluación (Anexo 2).

- » **Extracting Good Practices - A Guide for Governments and Partners to Integrate Environment and Human Rights into the Governance of the Mining Sector. United Nations Development Programme (UNDP), New York, USA: 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta guía está dirigida principalmente a los gobiernos y grupos de interés y realiza una revisión de herramientas y enfoques para la gobernanza integral de los derechos humanos y los impactos ambientales de la minería. El Paso 1 (Step 1) destaca las condiciones previas para una buena gobernanza del sector minero para el desarrollo sostenible, incluido un marco normativo y normativo sólido. Los pasos 2 a 8, a su vez, abordan la evaluación de los riesgos e impactos sociales en las etapas de la vida de un proyecto minero, desde la planificación hasta el post cierre.

- » **Guía de la OCDE de Debida Diligencia para una Conducta Empresarial Responsable. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta guía proporciona apoyo práctico para la implementación de las Líneas Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales a través de la explicación de sus recomendaciones en materia de debida diligencia. Establece en detalle cómo es el proceso de debida diligencia incluyendo pautas para: incorporación a las políticas y sistemas de gestión, identificación y evaluación de riesgos y las medidas de gestión, seguimiento, divulgación y reparación asociadas. El Punto Nacional de Contacto Argentino para la OCDE (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto) es el responsable de promoción y resolución de cuestiones que surjan en relación con la implementación de esta Guía.

## RECURSOS

- » **Guía de Debida Diligencia de la OCDE para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo, Tercera Edición Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2016.**

Disponible en: [web](#)

Esta guía proporciona recomendaciones de gestión paso a paso para una debida diligencia detallada como base para la gestión responsable a nivel global de cadenas de suministro de minerales, incluida la etapa de extracción. Si bien está pensada para áreas de conflicto o de alto riesgo, es un recurso útil para todo proyecto (independientemente de su contexto de operación) por el nivel de detalle de su marco de trabajo (Anexo 1) y medidas sugeridas para la gestión de riesgos (Anexo 3). Incluye un suplemento específico para la cadena de suministro de oro. El Punto Nacional de Contacto Argentino para la OCDE (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto) es el responsable de promoción y resolución de cuestiones que surjan en relación con la implementación de esta Guía.

- » **Human rights in the mining and metals industry. Integrating human rights due diligence into corporate risk management processes. ICMM, 2012.** Disponible en:

[web](#)

La Guía, desarrollada específicamente para el sector minero, está centrada en la integración de la debida diligencia en materia de derechos humanos en los procesos de gestión de riesgos. Incluye una serie de herramientas para la implementación práctica y casos de estudios relacionados.

- » **Principios Rectores sobre las empresas y los derechos humanos: puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para proteger, respetar y remediar. Naciones Unidas (ONU); Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos. Nueva York y Ginebra, 2011.** Disponible en: [web](#)

Estos principios presentan la puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para “proteger, respetar y remediar” los derechos humanos. Es considerado un documento clave en la materia y su particularidad es que establece con claridad los deberes y las responsabilidades de los Estados y de las empresas al respecto. Remarca la necesidad de establecer procesos de debida diligencia para evitar impactos negativos.

- » **Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos. 2000.** Disponible en: [web](#)

Esta iniciativa reúne un conjunto de principios diseñados para guiar a las empresas a mantener la seguridad y la protección de sus operaciones dentro de un marco operativo que fomenta el respeto por los derechos humanos. Uno de los principios clave es el de la evaluación de riesgo en materia de seguridad. Cabe destacar que la Argentina ha adherido formalmente a estos principios en 2018.

---

## 6.4 - CAMBIO CLIMÁTICO Y CIERRE DE MINAS

El concepto de cambio climático se refiere a los cambios que se pueden atribuir directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos similares. Por otra parte “adaptación al cambio climático” se refiere al ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, lo cual modera el daño o aprovecha las oportunidades beneficiosas (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2001).

Las necesidades y medidas de adaptación son sectoriales y específicas a los impactos del cambio climático. Por ejemplo, en la infraestructura, los ejemplos incluyen el aumento de diques fluviales o costeros, fomento de caminos resistentes a las inundaciones o mejora de la eficacia y la capacidad de respaldo en las capacidades de energía, agua y alcantarillado. Dichas medidas podrían ser de gran relevancia para los proyectos donde se deben elaborar las evaluaciones de impacto ambiental.

Para el caso de diseños de cierre, un factor sobresaliente es el ambiente físico en el que se encuentra el sitio de la mina. El manejo del agua, la generación de polvo y los requisitos de recuperación son muy diferentes en climas áridos y húmedos. La gestión del agua en particular representa un componente clave de la mayoría de los planes de cierre de minas: el agua puede afectar la estabilidad física a través de la erosión, o disolver y transportar contaminantes potenciales ya sea en la superficie o bajo tierra, así como afectar las estrategias y resultados de la revegetación.

Al evaluar los impactos del cambio climático para el cierre de minas, se deben considerar los aspectos que se verán afectados de manera diferente del terreno natural circundante, ya que no sería razonable diseñar un cierre para que sea más resistente al cambio climático que el propio terreno original. Por ejemplo, el rendimiento de una cubierta de suelo para reducir la infiltración

hacia los residuos de la mina podría verse afectado y debería evaluarse. Pero se podría esperar que el cambio climático afecte a la vegetación tanto en un sitio recuperado como en el terreno natural circundante por igual.

Para la evaluación de las posibles necesidades de adaptación y medidas requeridas es clave entender los potenciales impactos del cambio climático sobre el proyecto planificado y el área del proyecto, ya que dichos impactos son sitio-dependientes y no todos los impactos serán importantes para el proyecto. Asimismo, la adaptación al cambio climático no debe ser una actividad independiente presentada en forma de estrategias y planes específicos. Es crucial que la planificación de la adaptación se integre efectivamente con las medidas de mitigación, el plan de manejo de agua y otros planes, y con los criterios de monitoreo dentro de la EIA. Con base en esto, se pueden resumir los pasos clave en la integración de la adaptación al cambio climático en el proceso de evaluación del impacto ambiental de la siguiente manera:

- Con base en la literatura, desarrollar una evaluación de los impactos del cambio climático pertinentes para el área del proyecto y sus actividades; actualmente muchos países y regiones han desarrollado evaluaciones del impacto del cambio climático, modelos climáticos regionales y mapas de riesgo, todos los cuales pueden ser utilizados en el proceso de EIA.
- Evaluar las consecuencias de los impactos del desarrollo planificado y considerar los impactos acumulativos.
- Identificar las medidas de mitigación requeridas para reducir los impactos; en este contexto, se consideran las medidas de mitigación como adaptación al cambio climático.
- Durante el desarrollo de la gestión de riesgos y contingencias, considerar los impactos climáticos extremos, por ejemplo:

inundaciones, precipitaciones intensas, y sequías. Dichos impactos extremos del cambio climático pueden originar riesgos adicionales en comparación con los que habitualmente se consideran, como por ejemplo, fallos tecnológicos y desastres naturales.

- Durante el diseño de los planes de gestión ambiental, considerar indicadores de fenómenos meteorológicos extremos, sean ellos: inundaciones, sequías y su impacto sobre el ambiente, las personas y el desarrollo.

## RECURSOS

- » **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM. 2019.** Disponible en: [web](#)

En la guía del ICMM se presenta la Herramienta 7 la cual proporciona una lista de aspectos que deben considerarse como parte del proceso de planificación del cierre, los enfoques de gestión sugeridos para abordarlos y los recursos / herramientas para considerar al cambio climático en dicho proceso.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta guía trae un apartado interesante sobre la temática y propone dos enfoques utilizados para evaluar si el cambio climático fue considerado en la planificación del cierre.

- » **Adapting to a changing climate: implications for the mining and metals industry. ICMM, 2013.** Disponible en: [web](#)

Este informe aborda tres cuestiones clave. Primero explica por qué es importante para el sector de la minería entender los impactos de un clima cambiante y desarrollar estrategias para adaptarse. Luego analiza los impactos climáticos relevantes y cómo se pueden evaluar los riesgos y las oportunidades asociadas con esos impactos. Por último, examina las opciones disponibles para adaptarse a los impactos del cambio climático.

- » **Climate Change and Acid Rock Drainage – Risks for the Canadian Mining Sector. MEND Report 1.61.7. Canada, 2011.** Disponible en: [web](#)

Este informe fue financiado por la Mining Association of Canada (MAC) a través del Programa “Mine Environment Neutral Drainage” (MEND) y su propósito es evaluar los impactos del cambio climático sobre el drenaje ácido de roca (DAR) en minas canadienses utilizando un enfoque basado en el riesgo. Si bien su enfoque sea la minería en Canadá, presenta un análisis interesante de los impactos de elementos de infraestructura específicos y determina cuál de estos impactos es más probable y significativo para las operaciones mineras. Además, propone algunas conclusiones referentes a la etapa de cierre y las consideraciones pertinentes cuanto al DAR.

- » **Climate Change and Mine Closure – A Practical Framework for Addressing Risk. Baisley et al. “Mining Meets Water – Conflicts and Solutions”, IMWA Conference 2016, Leipzig, Germany.** Disponible en: [web](#)

Este documento se enfoca en los aspectos más importantes para la minería cuanto a cambio climático, que son las modificaciones del balance hídrico y energético. Presenta un marco para incorporar el cambio climático en la planificación del cierre

## RECURSOS

de minas desde una perspectiva de riesgo, ya que la gestión de riesgos será un componente clave en la toma de decisiones para los diseños de cierre de minas. Este marco propone los nuevos escenarios de emisiones de la Ruta de Concentración Representativa (RCP) que permite clasificar los resultados del cambio climático desde "muy probable" a "menos probable", y con eso desarrollar un criterio de diseño basado en el riesgo para cada componente de cierre. Se utiliza los sistemas de cobertura como tecnología de cierre para ilustrar la aplicación de dicho marco.

» **Climate change and mining - A Foreign Policy Perspective. Lukas Rüttinger and Vigya Sharma, Adelphi/University of Queensland. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este informe busca discutir los vínculos entre el cambio climático y la minería, y así proporcionar una visión general de los complejos desafíos en torno a los recursos extractivos en el contexto del cambio climático. Analiza los enfoques e iniciativas de políticas actuales y proporciona cuatro recomendaciones y opciones de políticas que podrían formar parte de un enfoque más estratégico de la diplomacia climática hacia la minería.

» **Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry. Julia Nelson, Advisory Services and Ryan Schuchard, Climate and Energy - BSR Report, 2009.** Disponible en: [web](#)

Este manual sobre la adaptación al cambio climático resume cómo las empresas en la industria minera informan sobre los riesgos y oportunidades del cambio climático, y destaca las mejores prácticas y orientaciones actuales y emergentes sobre cómo desarrollar un enfoque proactivo para la adaptación al cambio climático. En este informe, la minería se refiere a empresas involucradas en la extracción de una amplia gama de metales y minerales, incluyendo metales preciosos, metales base, minerales industriales, hulla y uranio.

## 6.5 - IMPACTOS ACUMULATIVOS Y CIERRE DE MINAS

Según la Corporación Financiera Internacional (ver Recursos), "los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad (colectivamente referidos como emprendimientos en este manual) cuando se suman a los efectos de otros emprendimientos existentes, planificados y/o razonablemente predecibles. Por razones prácticas, la identificación y gestión de los impactos acumulativos se limita a los efectos que generalmente son reconocidos como importantes en base a preocupaciones de la comunidad científica y/o inquietudes de las comunidades afectadas." De tal manera, uno de

los mayores desafíos que enfrentan actualmente los promotores/operadores de proyectos en mercados emergentes para la gestión de riesgos, es la evaluación y gestión apropiada de los impactos y riesgos acumulativos asociados con sus actividades. Factores como el cambio climático y la consecuente imposibilidad de prever los patrones del clima, las demandas crecientes y contrapuestas por el uso del agua, el decline en la biodiversidad de especies, la degradación de los servicios ecosistémicos, y las cambiantes circunstancias socioeconómicas, incrementan complejidad en la evaluación y gestión de riesgos ambientales y sociales. Comprender mejor las posibles



Llenado de poza para producción. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy, 2018.

consecuencias sistémicas resultantes de la combinación de múltiples efectos provenientes de acciones individuales a lo largo del tiempo, es de particular importancia.

Los impactos acumulativos son contextuales y comprenden un amplio espectro de impactos a diferentes escalas espaciales y temporales. Se pueden producir por una serie de proyectos del mismo tipo en una misma área; por ejemplo, cuando se construyen o planifican varios proyectos hidroeléctricos en cascada sobre el mismo río o dentro de la misma cuenca, cuando se desarrollan múltiples proyectos de petróleo y gas o proyectos mineros en proximidad unos de otros, o cuando se construyen o planifican múltiples parques eólicos dentro de la misma ruta migratoria de aves. En otros casos, pueden resultar de los efectos combinados de diferentes tipos de proyectos sobre un mismo recurso; por ejemplo, el desarrollo de una mina, caminos de acceso, líneas de transmisión, y otros cambios simultáneos en el uso de las tierras en áreas adyacentes.

Con respecto a la metodología, el IFC indica que la práctica para la Evaluación y Gestión de

Impactos Acumulativos (EGIA) está en evolución y aún no existe una única práctica aceptada globalmente. Sin embargo, lo importante es que durante el proceso de identificación de los impactos y riesgos ambientales y sociales, los promotores/operadores deben: (a) reconocer que sus acciones, actividades y proyectos —sus emprendimientos— pueden contribuir a producir impactos acumulativos en componentes ambientales y sociales valorados (VEC por sus siglas en inglés - Valued Environmental and Social Components) sobre los que otros emprendimientos existentes o futuros también podrían tener efectos negativos, y (b) en la medida de lo posible, eviten y/o minimicen su contribución a estos impactos acumulativos. Asimismo se debe entender que dichos emprendimientos podrían estar en riesgo, si los efectos acumulativos afectan de forma significativa aquellos servicios ecosistémicos sobre los cuales la viabilidad de su proyecto depende.

A continuación, se presentan algunos documentos de referencia sobre el abordaje de los impactos acumulativos:

## RECURSOS

- » **Manual de Buena Práctica - Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes. Corporación Financiera Internacional, Grupo Banco Mundial. 2013.** Disponible en: [web](#)

Este manual fue preparado en forma conjunta por el Departamento de Medio Ambiente, Desarrollo Social y Gobernabilidad de la Corporación Financiera Internacional (IFC) y ESSA Technologies Ltd. de Vancouver, Columbia Británica, Canadá. Destaca el importante papel de los gobiernos en la preparación de marcos regulatorios para la evaluación y manejo de los impactos acumulativos que asistan a las empresas del sector privado en la identificación y gestión de los mismos. Además, propone una evaluación y gestión de impactos acumulativos rápida (EGIA rápida) como una herramienta preliminar que puede ser tanto un componente integral de la evaluación de impacto ambiental y social, o un proceso separado.

- » **Cumulative Environmental Impact Assessment - Industry Guide. Minerals Council of Australia. 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía publicada por el Consejo de Minerales de Australia tiene como objetivo proporcionar un conjunto de marcos y enfoques para la Evaluación de Impactos Acumulativos (CIA, en inglés) relevantes para el sector minero. Ofrece consejos generales sobre cómo llevar a cabo las CIA y se enfoca en las cuatro fases principales (Comprensión, Alcance, Análisis, Seguimiento y Revisión). Además, está respaldada por varios estudios de caso que ilustran la aplicación de la metodología propuesta.

- » **Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide. AXYS Environmental Consulting Ltd. and the Cumulative Effects Assessment Working Group. Canadian Environmental Assessment Agency, Canada. 1999.** Disponible en: [web](#)

La Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental publicó este documento que sirve como guía para las Evaluaciones de Efectos Acumulativos (CEA, en inglés) y proporciona a los profesionales interesados una visión general y una aclaración de la comprensión actual sobre la práctica de CEA. Presenta sugerencias sobre enfoques prácticos para completar las CEA que cumplan con requisitos legales existentes y las mejores prácticas profesionales, ofreciendo estudios de caso de los enfoques utilizados por los proponentes de proyectos para sus CEA.

- » **Best Practices in Environmental Assessment: Cases Studies and Application to Mining. Arnold, L. and Hanna, K. Canadian International Resources and Development Institute (CIRDI) Report. 2017.** Disponible en: [web](#)

Este informe describe las mejores prácticas en evaluación de impacto ambiental (EIA) con foco en la industria minera. Los conceptos y prácticas que presenta pueden ser aplicados a un amplio rango de proyectos, incluyendo aquellos ubicados en países en desarrollo. La guía aborda varios tipos de evaluación de impactos, incluyendo impactos acumulativos, y presenta casos de estudio en donde esta metodología fue aplicada con éxito.

- » **Plataforma en Línea para la Evaluación del Impacto Ambiental. International Institute for Sustainable Development.** Disponible en: [web](#)

Las guías modernas de Evaluación de Impacto Ambiental destacan la importancia de considerar los impactos acumulativos en las evaluaciones ambientales e incluyen

## RECURSOS

conceptos y metodologías de evaluación. Un ejemplo, es la Plataforma en Línea del EIA, donde el contenido se organiza en torno a los 7 pasos clave de una EIA. Cada paso se presenta en el marco de 4 preguntas de orientación: ¿Qué es? ¿Por qué necesitamos realizarlo? ¿Cuáles enfoques existen? ¿Cómo se realiza? A lo largo de la guía, son proporcionados ejemplos de los bancos internacionales de desarrollo y de países seleccionados. Después de cada paso, los estudiantes pueden evaluar sus conocimientos con pruebas interactivas, en línea.

## 6.6 - MANEJO DE CONTINGENCIAS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

Es una buena práctica prever la gestión y la planificación de las respuestas ante emergencias en todas las etapas de la vida de una operación minera. La estadística indica que la mayoría de las emergencias registradas ocurren en sitios operativos durante la etapa de explotación (21). No obstante esto, las minas en proceso de cierre también son fuente de accidentes. Por esto, siguiendo un enfoque basado en riesgos para la gestión de cierre de minas, resulta pertinente considerar la evaluación de las posibles emergencias que podrían suscitarse en esta etapa y de las capacidades de preparación y de respuesta ante éstas. En este sentido, una buena planificación del cierre conlleva, en cada etapa de la vida de la mina, la debida consideración y evaluación de las amenazas y riesgos que impidan que los objetivos de cierre sean alcanzados y también de las capacidades de preparación y de respuesta ante éstos.

A lo largo de todo el ciclo de vida de una mina, se reconocen una gran cantidad de riesgos para instalaciones mineras, tecnologías y actividades o procesos que podrían dar lugar a una emergencia. Entre los principales se encuentran: las fallas en diques de cola y escombreras, accidentes de transporte, fallas en los ductos, derrames de químicos, la subsidencia e incendios y explosiones.

Adicionalmente, se reconocen que determinados riesgos sociales para el proyecto, también denominados como “no técnicos” deberían ser considerados en la evaluación ya que pueden derivar en cierres temporarios de la operación o en riesgos a la seguridad de las instalaciones y el personal. Entre estos se encuentra, amenazas legales y las potencialmente resultantes del malestar social tales como huelgas, bloqueos totales o parciales, toma de instalaciones, sabotajes, etc.

El sector minero reconoce en el “Proceso de 10 pasos” definido por el programa “Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (APELL)” un modelo óptimo para la preparación para emergencias. Este programa fue desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para prevenir, prepararse para y responder apropiadamente a accidentes y emergencias. Cuenta con un componente específico para la minería elaborado junto con asociaciones del sector, gobiernos y representantes de la sociedad civil. Los pasos de este proceso se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Proceso de 10 pasos

PASO	OBJETIVO
1	Identificar a las personas que participarán en la respuestas frente a la emergencia y establecer sus roles, recursos e inquietudes.
2	Evaluar los riesgos y peligros relacionados con una situación de emergencia en la comunidad y definir las opciones disponibles para mitigar los riesgos.
3	Lograr que los participantes revisen su propio plan de emergencia, incluyendo las comunicaciones, para contar con una respuesta coordinada y adecuada.
4	Identificar las tareas de respuesta requeridas que no han sido descubiertas por los planes existentes.
5	Asignar tareas de acuerdo con los recursos que pueden aportar los participantes identificados.
6	Efectuar los cambios necesarios para mejorar los planes de emergencia existentes, integrarlos al plan general de la comunidad y lograr consenso.
7	El plan integrado deberá efectuarse por escrito y deberá obtener los refrendos y aprobaciones pertinentes.
8	Comunicar la versión final del plan integrado a los grupos participantes y asegurarse que todas las personas que participen en la respuesta frente a emergencias estén entrenadas.
9	Establecer los procedimientos necesarios para probar, revisar y actualizar el plan de manera periódica.
10	Comunicar el plan integrado a la comunidad en general.

Fuente: "APELL for mining", PNUMA (2001).

La particularidad de este modelo es que involucra la participación de la compañía y de la población local (representada por los vecinos, por los equipos locales de respuestas frente a emergencias, por el gobierno local y por las organizaciones no gubernamentales (ONG) con intereses específicos en el área) en la preparación e implementación de planes de contingencia.

En lo que respecta al cierre de mina y su relación con los planes de contingencias, las buenas prácticas resaltan por lo menos tres situaciones de especial consideración en relación con los planes de contingencias:

**1- Cierre anticipado.** Una de las formas de preparación para un eventual cierre anticipado por hechos no planeados o imprevistos, es la elaboración de un Plan de Contingencia específico. Este plan debe identificar, por lo menos, cuáles son los aspectos y medidas

aspectos clave del Plan de Cierre que deben ser modificados y ajustados a la luz de un cierre repentino.

**2- Cierre temporario.** De igual modo, frente a la paralización temporaria de las actividades de la mina, el Plan de Contingencias debe prever, además de lo planteado para el caso del cierre anticipado, cuáles serán las medidas y recursos necesarios para el sustento de las tareas de monitoreo y mantenimiento a implementar hasta la reanudación de la operación.

**3- Etapa de post- cierre.** La etapa post-cierre plantea desafíos adicionales a la preparación y respuestas ante emergencias. Los planes de contingencia deben prever que, durante el transcurso de esta etapa, los recursos y el personal disponible en la operación (y posiblemente en la comunidad) para afrontar las emergencias locales previsiblemente vayan en disminución. Situación que será aún más

evidente con la finalización de la etapa post cierre y la transferencia de custodia. Por ello, se debe tomar en cuenta la capacidad y rol continuo de la comunidad y de las dependencias del gobierno en la preparación para emergencias a largo plazo.

A continuación se presenta una serie de documentos que orientan la elaboración de planes de contingencia durante la etapa de cierre de mina (comenzando por el más reciente):

## RECURSOS

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

La guía brasileña incluye en su Directriz N°4 - Los resultados de la Planificación deben ser registrados en planes de cierre y otros documentos relacionados-, la Buena Práctica 4.3 - Prepara un plan de contingencia-. Esta buena práctica brinda conceptos y lineamientos para la elaboración de Planes de Contingencia específicos para el cierre.

- » **Buenas prácticas de preparación y respuesta ante emergencias (ICMM- PNUMA). 2005.** Disponible en: [web](#)

Esta guía fue elaborada con el objeto de complementar el proceso de APELL para la minería del PNUMA. La guía presenta lineamientos y consideraciones específicas para cada uno de los pasos del proceso APELL, así como también 11 estudios de caso que repasan distintas situaciones en relación a las emergencias y planes de contingencia.

- » **APELL for mining. Guidance for the Mining Industry in Raising Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level . Technical Report N°41. UNEP, 2001.** Disponible en: [web](#)

Guía oficial del programa APELL, provee un marco para la adaptación del proceso APELL a las particularidades de la industria minera. Brinda un detalle del proceso de 10 pasos para la preparación de planes de respuesta a emergencias.



Celebración de la Pachamama. Proyecto Olaroz, Provincia de Jujuy, 2018.

---

# 7.

---

## PROCESOS DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Los procesos de consulta y de participación ciudadana son un aspecto clave de la planificación y del cierre efectivo de una operación minera. Estos procesos refieren expresamente a una práctica de involucramiento con todas las personas o grupos de personas que pueden verse afectadas por el cierre de un proyecto y con aquellos que tengan algún interés o influencia sobre los resultados del cierre, también denominadas partes interesadas.

Las partes interesadas pueden incluir grupos amplios tales como: población local, gobierno, empleados, proveedores, organizaciones de la sociedad civil, unidades académicas. Si bien la identificación y priorización de partes interesadas depende de cada operación y su contexto, las partes de orden local (por ejemplo, población, comunidades indígenas, organizaciones de base y municipio) surgen, en todos los casos, como actores centrales para el relacionamiento y para el direccionamiento de las medidas de gestión de riesgos y de oportunidades.

En la Argentina, la participación ciudadana está regulada por la legislación nacional y de las provincias. Esta sección parte de lo establecido en la normativa para considerar la participación desde los aspectos resaltados por las buenas prácticas.

El involucramiento con las partes interesadas en el proceso de cierre de minas, desde las buenas prácticas, tiene como objetivo conocer y considerar debidamente sus puntos de vista, expectativas y preocupaciones en las decisiones y estrategias relativas al cierre. El involucramiento de las partes interesadas, entre otros aspectos, contribuye a:

-Promover un mayor conocimiento de las características de los proyectos y de los riesgos ambientales y sociales relativos al cierre y sus oportunidades, contribuyendo a la:

- gestión de las preocupaciones de las partes interesadas
- generación de expectativas acordes a la realidad del proyecto



Capacitación a miembros de comunidades. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy.

---

-Evaluar los riesgos y las oportunidades y diseñar las medidas asociadas según la perspectiva y el grado de relevancia otorgado por las partes interesadas;

-Establecer estrategias conjuntas para abordar y operativizar los desafíos de la transición socioeconómica y para afianzar procesos sostenibles de desarrollo en las comunidades locales.

-Prevenir y/o generar las condiciones para la resolución de conflictos existentes.

En este sentido y sin perder de vista lo establecido en el marco normativo que regula este aspecto, la implementación de procesos de consulta y mecanismos de participación para el involucramiento de las partes interesadas es necesaria tanto para la empresa como para el Estado. Para la primera, es un insumo clave en la planificación e implementación de las medidas de cierre a su cargo; para el segundo, en la toma de decisión en el marco de la evaluación del proyecto y su cierre.

Como base de todo proceso de participación ciudadana subyace el principio de transparencia y la necesidad de brindar información<sup>7</sup>. No puede haber participación si primeramente no hay información.

Siguiendo la “Guía de la OCDE de diligencia debida para la participación significativa de las partes interesadas del sector extractivo” (ver Recursos), se entiende que los procesos participativos exitosos son aquellos en los que la participación es informada y es de carácter significativa. Esto significa que, por una parte, los ciudadanos cuentan con la información adecuada y, de ser necesario, con la asistencia técnica necesaria para comprender los informes del proyecto. Por otra parte, que la participación debe propender al diálogo (bidireccional),

---

7- En nuestro país, el derecho de acceso a la información pública, y en particular a la información ambiental, está establecido por las Leyes Nacionales N° 25.831 -Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental- y N° 27.275 -Derecho de Acceso a la Información Pública-

continuo, basado en la “buena fe” y resolutivo, es decir, que los resultados obtenidos con las actividades de participación sean sometidos a un seguimiento a lo largo de la implementación de los compromisos acordados por las partes.

Del mismo modo, las buenas prácticas señalan que las condiciones esenciales para un proceso de participación exitoso son:

- Establecer marco de transparencia proporcionando información oportunamente y que sea pertinente y significativa en un formato de fácil comprensión (i.e. sin tecnicismos ni jergas profesionales) y adaptada a las necesidades de las partes interesadas;
- Ser respetuoso de las perspectivas e identidades culturales locales. Un diseño culturalmente adaptado es particularmente relevante para el caso de comunidades rurales y de comunidades indígenas<sup>8</sup>;
- Comenzar lo más tempranamente posible y continuar a lo largo de la vida de la mina, especialmente durante las etapas de cierre de y de post-cierre. Esto es que no constituya un hecho aislado, sino que refleje un proceso iterativo.
- Garantizar la participación equitativa de todos los actores representativos de las poblaciones del área de influencia social del proyecto, con especial atención a las parcialidades y discriminaciones del contexto sociocultural de operación (i.e. de género, étnicas, religiosas).

El enfoque y las herramientas a ser utilizadas varían en función de que la participación ciudadana sea promovida desde el Estado o a partir de las empresas mineras que operan los proyectos.

---

8- Entre los aspectos a considerar en el diseño del proceso participativo pueden estar: accesibilidad de la información y a los lugares de reunión, consideración de los calendarios festivos, productivos o tiempos de movilidad geográfica, respeto a las estructuras y procesos tradicionales y a sus tiempos para la toma de decisiones.

---

Los mecanismos de participación ciudadana mayormente implementados por los organismos estatales con competencia administrativa sobre el cierre de minas se insertan en el marco de la evaluación de impacto ambiental y el otorgamiento de permisos y la realización de controles ambientales. Entre estos mecanismos se pueden identificar los siguientes:

- Audiencias públicas;
- Consultas;
- Monitoreos ambientales participativos;
- Comités multiactores para la evaluación y/o seguimiento de planes.

Asimismo, las empresas mineras abordan el involucramiento de las partes interesadas con el fin de, por una parte, informar a la población de los aspectos del proyecto que tendrán impacto y de las medidas de gestión previstas. Por otra, recibir las preocupaciones y percepciones de los actores interesados para tomarlas en cuenta en el diseño del proyecto y en la planificación del cierre.

En el marco de su estrategia de relacionamiento comunitario, las empresas suelen llevar adelante diferentes actividades de involucramiento, tales como:

- Talleres;
- Mesas de diálogo;
- Rondas de entrevistas y/o encuestas;
- Monitoreos ambientales participativos.

Dicho esto, tanto para los actores estatales como para las empresas mineras, los aspectos clave al momento de definir las estrategias de involucramiento de los grupos de interés son los siguientes:

- Identificación y mapeo de las partes interesadas;
- Identificación de los objetivos en cada instancia de participación;
- Definición de las herramientas de participación a ser implementadas durante cada etapa de la vida de la mina;
- Difusión y puesta a disposición de los ciudadanos –de forma clara y accesible– de la información relativa al proyecto, al cierre y a las medidas de cierre planificadas (en este punto es necesario evaluar la necesidad de proveer o financiar asistencia técnica para que los destinatarios puedan comprender la información suministrada);
- Documentación y registro de los resultados de las instancias participativas implementadas, de los compromisos asumidos y de la forma en que estos han sido tenidos en cuenta o no en las decisiones relativas al cierre;
- Instrumentación de protocolos y mecanismos para la recepción de reclamos y la prevención y resolución de conflictos.

A continuación, se presenta una serie de documentos que hacen referencia a la participación ciudadana en los procesos relacionados con el cierre de minas:

## RECURSOS

- » **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM. 2019.** Disponible en: [web](#)

La segunda guía del ICMM presenta un apartado sobre la participación y el compromiso para el desarrollo del plan de cierre, y ofrece dos herramientas que tratan sobre la transición social en este proceso.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta lista de verificación para gobiernos contiene apartados que tratan sobre la identificación y el involucramiento de los grupos de interés.

## RECURSOS

- » **Guía de la OCDE de diligencia debida para la participación significativa de las partes interesadas del sector extractivo. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) París, Francia: 2018.** Disponible en: [web](#)

Si bien no se trata de una guía sobre cierre de minas, presenta un enfoque y tratamiento de la participación de los grupos de interés en torno del desarrollo de proyectos del sector extractivo que resulta interesante. Incluye recomendaciones y anexos específicos sobre participación de pueblos indígenas, mujeres, mineros artesanales, entre otros.

- » **Extracting Good Practices - A Guide for Governments and Partners to Integrate Environment and Human Rights into the Governance of the Mining Sector. United Nations Development Programme (UNDP), New York, USA: 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta guía presenta un apartado que aborda la planificación participativa desde la exploración hasta el cierre. Además, un punto trata especialmente el involucramiento de los grupos de interés como parte fundamental del proceso de cierre de minas.

- » **Community Engagement and Development - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australian Government, Department of Industry, Tourism and Resources. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este documento propone métodos y estrategias de relación con la comunidad y aborda la participación ciudadana a partir de los conceptos de desarrollo y compromiso con la comunidad, presentando estudios de caso para ilustrar cómo se han tratado estos temas en escenarios concretos.

- » **Cierre de Minas – Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este documento ofrece un enfoque general respecto de la participación comunitaria en torno de la definición de objetivos y estrategias de cierre y usos de las instalaciones durante el post-cierre.

- » **Guidelines for Preparing Mine Closure Plans. Department of Mines and Petroleum (DMP) and the Environmental Protection Authority (EPA). Government of Western Australia. 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento aporta, como marco general, conceptos para pensar el involucramiento de los grupos de interés tomando como referencia el Marco Estratégico para el Cierre de Minas del Consejo de Minerales y Energía de Nueva Zelanda y el Consejo de Minerales de Australia del año 2000.

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

La guía brasileña aporta referencias, conceptos y técnicas clave para abordar el involucramiento de los grupos de interés en la planificación del cierre de minas y en los procesos de cierre en sí.

## RECURSOS

- » **Community Development Toolkit. ICMM, London. 2012.** Disponible en: [web](#)  
Este conjunto de herramientas (versión actualizada de una primera publicación del año 2005) aborda de manera integral la cuestión del desarrollo comunitario desde la etapa de construcción de las minas hasta las de cierre y post-cierre. Examina las relaciones entre el Estado, las empresas mineras y las comunidades locales en pos del desarrollo sostenible de dichas comunidades y proporciona un conjunto de herramientas específicas, agrupadas por tema.
- » **Anglo American Socio-Economic Assessment Toolbox (SEAT) Version 3. London, United Kingdom. 2012.** Disponible en: [web](#)  
Este documento presenta una herramienta que trata sobre el Desarrollo de un Plan de Compromiso de los Stakeholders.
- » **Towards Sustainable Decommissioning and Closure of Oil Fields and Mines: A Toolkit to Assist Government Agencies. World Bank Multistakeholder Initiative. 2010.** Disponible en: [web](#)  
Este documento presenta un conjunto de herramientas dirigido a los gobiernos de países ricos en recursos, cuyo propósito es favorecer el desarrollo de marcos regulatorios flexibles y sistemáticos sobre los principales componentes del cierre de proyectos del sector de hidrocarburos y minería. La herramienta 5 de este equipo de herramientas trata sobre el involucramiento comunitario.
- » **Public Participation Guide. Canadian Environmental Assessment Agency, Canada: 2008.** Disponible en: [web](#)  
Esta guía no trata en particular sobre la evaluación ambiental en minería, sino de todo proyecto que involucre un impacto ambiental. Establece lineamientos clave para una participación pública significativa en el marco de la evaluación ambiental de proyectos y de acuerdo a los requerimientos de la Ley Canadiense de Evaluación Ambiental. Presenta buenas prácticas y herramientas para la planificación, implementación y evaluación de la participación pública significativa.
- » **Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas. 1ª edición. ICMM. 2008.** Disponible en: [web](#)  
La primera guía del ICMM ofrece un conjunto de pautas y herramientas en temas de participación pública, como compromiso de los grupos de interés e interacciones empresa/comunidad para apoyar la planificación integrada del cierre.
- » **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)  
Este documento aborda la necesidad de realizar un proceso de consulta a los grupos de interés durante la preparación del Plan de Cierre de Minas (consulta previa), con el objeto de recabar expectativas y percepciones comunitarias. Define los aspectos centrales que deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de los mecanismos de consulta.

## RECURSOS

- » **Lessons Learned on Community Involvement in the Remediation of Orphaned and Abandoned Mines. National Orphaned/Abandoned Mines Initiative (NOAMI), Canada: 2003.** Disponible en: [web](#)

Esta publicación tiene como objetivo dar luz sobre el proceso de involucramiento comunitario en la remediación de sitios mineros abandonados en Canadá. Ayuda a entender dicho proceso a través de la presentación de casos.

- » **Kit de Herramientas de Relacionamento y Comunicación para una Exploración Minera Responsable. Ministerio de Energía y Minas – República de Perú, Lima, Perú: 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta es una guía de buenas prácticas elaborada por el Gobierno de Perú con apoyo de la Embajada de Canadá, que presenta y describe 9 herramientas para dar marco a las mejores prácticas de comunicación y relacionamiento comunitario de las empresas mineras durante la etapa de exploración.

- » **First Engagement: a field guide for explorers. Prospectors & Developers Association of Canada (PDAC) Ontario, Canada: 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento es una guía de buenas prácticas que hace hincapié en la importancia del involucramiento de los grupos de interés durante la etapa de exploración minera. Ofrece pautas y estrategias específicas para que los operadores mineros planifiquen y elaboren herramientas de participación y relacionamiento comunitario.



Cantera y planta de triturados en Curuzú Cuatiá, Provincia de Corrientes.

---

# 8.

---

## ETAPA DE POST-CIERRE Y TRANSFERENCIA DE CUSTODIA

---

El post-cierre es el período o etapa que tiene lugar en forma posterior a la implementación completa de las medidas necesarias de cierre, y en el cual es deseable que se ejecuten monitoreos ambientales y sociales, acciones de mantenimiento, vigilancia, y cuidados temporales o permanentes entre otros, para poder alcanzar y sostener en el tiempo los objetivos que fueron oportunamente incluidos en el plan de cierre. Las mejores prácticas recomiendan que en esta etapa se incluyan instancias de participación ciudadana sobre todo en los distintos monitoreos que se lleven a cabo.

Al terminar la etapa de post-cierre del proyecto, el proceso se debe complementar con la transferencia de custodia a un tercero o al Estado dependiendo el caso. Este acto implicaría la transferencia de la responsabilidad sobre el cuidado del área que fue explotada previo al cumplimiento por parte de la empresa de todas las obligaciones legales, y sujeto a los criterios de evaluación previamente establecidos por la autoridad de aplicación para cada caso.

En ese sentido, y previo a la transferencia de custodia, la autoridad de aplicación en la medida que verifique los cumplimientos del plan de cierre, puede otorgar “certificados de cierre” para poder documentar formalmente el cumplimiento satisfactorio de los objetivos del plan.

## **8.1 - ACTIVIDADES DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO**

En el desarrollo de proyectos mineros, las responsabilidades asumidas por las empresas no concluyen con el cese de las actividades de explotación y el posterior cierre de las instalaciones. Existen muchos casos a nivel mundial donde a pesar de haberse efectuado un cierre adecuado, la falta de compromiso por parte de la empresa para realizar un seguimiento y mantenimiento del sitio ha generado grandes contingencias ambientales y ha repercutido en las capacidades de desarrollo económico y de infraestructura de la comunidad afectada al proyecto. Para evitar que esto suceda, se

recomienda que se implementen una serie de actividades relacionadas con el mantenimiento, monitoreo y cuidado de la etapa post cierre del sitio en cuestión.

Las actividades de cuidado y mantenimiento representan aquellas actividades que deben ser ejecutadas en la etapa post cierre, con la finalidad de asegurar en el tiempo el cumplimiento de los objetivos alcanzados con el plan de cierre. Las mismas se consideran desde el momento de la planificación para luego ser incorporadas al plan de cierre que se presenta a la autoridad. Estas tareas están a cargo de la empresa responsable del proyecto e incluyen monitoreos de las variables físicas, químicas, biológicas y sociales del sitio y la entrega de informes a la Autoridad de Aplicación con los resultados obtenidos.

Las principales actividades en la etapa de post-cierre se relacionan con la realización de monitoreo de los medios físicos (estabilidad de taludes, mantenimiento de relaves, seguimiento de escombreras y pilas de lixiviación), químicos (principalmente relacionado al control sobre la generación de drenaje ácido en aguas superficiales y subterráneas), biológicos (asociado a la restauración de especies de fauna y flora) y sociales (realizando un seguimiento sobre sus capacidades para generar cadenas de valor y desarrollar otras industrias independientes de la minería) para garantizar que los objetivos alcanzados y aprobados durante el cierre se mantengan en el tiempo. Es recomendable que estas actividades figuren en el plan de cierre inicial presentado a la autoridad, aunque puede estar sujeto a actualizaciones a medida que transcurre el proyecto.

Para los monitoreos es fundamental que se trabaje con métodos estándares y conocidos para que el procedimiento de fiscalización sea mucho más sencillo y claro. Si los resultados obtenidos se desvían de los esperados, la empresa debería informar a la autoridad y elaborar un nuevo plan de manejo ambiental para su aprobación posterior. Se sugiere que las posibles contingencias estén evaluadas previamente de forma tal que exista un plan de

---

acción inmediato para evitar que se generen impactos ambientales mayores. En el caso en donde la empresa incumpla con las actividades de post cierre, la autoridad de aplicación podría hacer uso de una garantía financiera que le permita llevar a cabo estas tareas de mantenimiento.

Es importante trabajar conjuntamente con la comunidad para que se involucre y participe en el proceso de control, con el objetivo de generar un procedimiento más transparente

y eficiente. Para lograr esto es fundamental que la comunidad reconozca un sentido de pertenencia del sitio y se involucre activamente y en forma voluntaria en el seguimiento de las actividades de cuidado y mantenimiento.

En algunos casos donde la comunidad no tiene la capacidad para llevar a cabo estas tareas, se debería considerar la posibilidad de llevar a cabo programas y capacitaciones para miembros de la comunidad local.

## RECURSOS

- » **Planes de Cierre Mineros – Curso Resumido. Jorge Oyarzún Muñoz – Universidad de La Serena, Chile. 2008.** Disponible en: [web](#)

Este curso resumido trae información muy útil respecto a la elaboración de planes de cierre. Además, plantea la incertidumbre sobre los tiempos necesarios para asegurar que el cierre de minas haya sido realizado con éxito, implicando la desvinculación de responsabilidades ambientales y sociales por parte de la empresa cuando el sitio se encuentre física y químicamente estable.

- » **It's Not Over When It's Over: Mine Closure Around the World. World Bank and the International Finance Corporation. Washington DC, USA: 2002.** Disponible en: [web](#)

El documento muestra en Apéndice C las responsabilidades de los diferentes actores implicados en los proyectos mineros: para la etapa post cierre establece que la empresa es la responsable de realizar los primeros monitoreos para luego actuar dando apoyo a la unidad gubernamental, que tiene que encargarse de continuar con los mismos y de elaborar los informes correspondientes.

- » **The policy framework in Canada for mine closure and management of long-term liabilities: a guidance document. National Orphaned/Abandoned Mines Initiative (NOAMI), Canada 2010.** Disponible en: [web](#)

Se destaca la importancia de que la empresa minera se haga cargo de los mantenimientos y cuidados del sitio a largo plazo. Se establecen una serie de ítems fundamentales a tener en cuenta en la etapa de post-cierre y se hacen algunas recomendaciones para que la ejecución de estas tareas sea económicamente viable y se desarrolle con éxito.

- » **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

Esta guía contiene un apartado dedicado a “Mantenimiento y Monitoreo Post-Cierre” donde se detallan los mantenimientos físicos, geoquímicos, hidrológicos y biológicos a partir de acciones a implementar (pasivas o activas) según el tipo de residuo. Además, se especifican las actividades de monitoreo a realizar para mantener la estabilidad física, geoquímica y los monitoreo necesarios para el manejo de aguas, el medio biológico y el ámbito social.

## 8.2 - CERTIFICADO DE CIERRE Y TRANSFERENCIA DE CUSTODIA

Es deseable que la autoridad de aplicación establezca el plazo de post cierre a cargo del titular de actividad minera en cada caso y en base a las particularidades de cada proyecto.

Cumplida satisfactoriamente la etapa de post cierre, la autoridad de aplicación puede otorgar al titular de la actividad minera un certificado de cierre final a partir del cual cesan todas las obligaciones del titular de la actividad minera bajo el plan de cierre.

Es por ello que el certificado final de cierre solamente debería ser entregado cuando la autoridad de aplicación considere que no deben continuarse las acciones propias de esta etapa como monitoreos, mantenimiento, vigilancia entre otros, y que sólo queda un riesgo mínimo, previsible y aceptable inherente a la naturaleza y que no se puede gestionar mediante acciones directas del titular de actividad minera.

Por esto, las prácticas internacionales recomiendan que los regímenes de cierre de minas incluyan una previsión donde la autoridad regulatoria puede otorgar el cierre final y deslindar al empresario minero de responsabilidades sobre el cierre únicamente cuando haya transcurrido un período suficiente de monitoreo posterior al cierre y haya quedado demostrado que los criterios de finalización han sido cumplidos y los objetivos de cierre alcanzados se sostengan en el tiempo. Asimismo se puede prever también la realización de auditorías ambientales finales que demuestren que la propiedad se ha cerrado según los criterios de cierre del plan acordado.

A continuación se presenta una selección de documentos que guardan relación con el post-cierre y la transferencia de custodia.

### RECURSOS

- » **It's Not Over When It's Over: Mine Closure Around the World. World Bank and the International Finance Corporation. Washington DC, USA: 2002.** Disponible en: [web](#)

Esta publicación contiene ideas y recomendaciones acerca de cómo poder pensar y planificar el cierre y post cierre de minas con una perspectiva regional más amplia (integrando comunidades, agencias gubernamentales de todos los niveles y empresas mineras con rol y responsabilidades definidas), permitiendo examinar a las partes interesadas opciones y oportunidades mediante las cuales la operación minera y sus inversiones en capital humano e infraestructura pueden ayudar a satisfacer necesidades de desarrollo más amplias.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

Este documento cuenta con una sección en donde se indica cual sería el escenario de responsabilidades y mantenimientos posteriores a la devolución de las propiedades que fueron objeto de la explotación, y recomienda desarrollar métodos o mecanismos que permitan cuantificar pasivos, previo a la transferencia de custodia, y asimismo realizar auditorías que permitan demostrar que la propiedad se ha cerrado según los criterios de cierre del plan acordado.

## RECURSOS

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía desarrolla como es el proceso de planificación del cierre de minas en Brasil con particular énfasis en la transferencia de custodia a un tercero, en las responsabilidades por los cuidados de las áreas, en los criterios de evaluación que aplican las agencias gubernamentales. Asimismo, describe las principales etapas y acciones asociadas al presente tópico como el post-cierre (post-closure), transferencia de custodia (relinquishment), monitoreos y cuidados temporales y permanentes.



Trabajos en cantera de broza, Provincia de Entre Ríos.

---

# 9.

---

## ESTIMACIÓN DE COSTOS Y GARANTÍAS FINANCIERAS

---

## 9.1 - LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE CIERRE

La estimación de costos del cierre de minas implica el cálculo de los recursos monetarios necesarios para llevar a cabo todas las actividades requeridas para cumplir con los objetivos del cierre. Fundamentalmente sirve para poder estimar la cuantía y especie de las garantías financieras, para proteger los fondos públicos, así como para tomar decisiones financieras y determinar la viabilidad de un proyecto.

Para que el cierre de un proyecto minero resulte exitoso es fundamental realizar una correcta y detallada estimación de costos. Cuando esto no ocurre, el costo de remediar los errores es mucho mayor que si se hubiera calculado correctamente desde el principio. En el mismo sentido, es importante que las autoridades públicas hagan su propio ejercicio de estimación de costos para poder contrastar con los que la empresa informa. Esto resulta fundamental ya que si la empresa no pudiera hacer frente a los costos del cierre por una estimación incorrecta, finalmente es el Estado quien debería responder por estos. Cualquiera que sea el criterio contable utilizado, un plan de cierre bien elaborado contribuye significativamente a la correcta estimación de los costos de cierre.

En cuanto al momento oportuno para realizar la estimación, es aconsejable que se lleve a cabo durante la planificación conceptual, con actualizaciones durante y después de la evaluación ambiental, antes de la emisión de los permisos de operación, antes de la perturbación del sitio y en intervalos regulares durante la vida de la mina, incluyendo el post-cierre (4).

Los gastos más significativos con respecto al cierre de un proyecto minero se realizarán en el momento del cese de la producción. Por ello, resulta crucial haber realizado desde las etapas iniciales de la actividad, todas las previsiones necesarias para llegar a dicho momento con todos los recursos destinados a tal fin.

- Los costos de cierre pueden incluir:
- Costos directos de la recuperación ambiental de todos los componentes de la mina;

- Disposición o gestión de materiales peligrosos y suelos contaminados;
- Movilización y desmovilización de equipos e insumos;
- Alojamiento y traslado del personal;
- Ingeniería y gestión de proyectos;
- Monitoreo y mantenimiento post-cierre;
- Gestión de riesgos sociales;
- Contingencias o reconocimiento de incertidumbre.

Resulta necesario realizar la estimación de los costos del cierre desde las etapas iniciales del proyecto minero, ya que de esta forma se tendrá un panorama de los recursos monetarios necesarios para el desarrollo de las actividades de cierre y la rehabilitación de las zonas afectadas, una vez finalizada la labor minera. Asimismo, esto contribuye a determinar si el proyecto es económicamente viable y a introducir mejoras operativas para mitigar las afectaciones ambientales y evitar riesgos financieros a lo largo de la vida útil de la mina, pensando en las acciones relativas a la rehabilitación progresiva. En resumen, la planificación temprana de los costos de cierre y la implementación de medidas de cierre progresivo durante la operación promueve mejoras operacionales que contribuyen a un cierre exitoso.

Es importante recalcar que los costos estimados de las tareas de cuidado y mantenimiento de la etapa de post-cierre deberían estar incluidos dentro del plan de cierre, para así asegurar su financiamiento a partir de fondos especialmente destinados a cumplir con los objetivos planteados. Este ítem es un punto clave ya que, por lo general, para lograr la estabilización física y química del suelo se deben llevar a cabo las actividades de mantenimiento durante un período indeterminado de tiempo, que puede ser variable en función del tipo de actividad, clima, topografía, altitud, riesgos ambientales asociados, entre otros. Por este motivo, debería contemplarse este aspecto como parte de las garantías financieras.

El uso de los principios de gestión de riesgos en la evaluación de opciones y costos de cierre permite identificar las opciones de gestión y seleccionar las más sostenibles, con objeto de reducir las responsabilidades ambientales a largo plazo (4).

Cabe aclarar que no hay una sola manera de estimar los costos de cierre de minas. A continuación se hará referencia a diferentes guías que presentan distintos enfoques existentes.

## RECURSOS

» **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM. 2019.**

Disponible en: [web](#)

La reciente guía del ICMM trae un apartado específico en costos de cierre con descripción de las distintas estimaciones necesarias, y para el ejercicio del cálculo de costos propone la información requerida y con qué precisión se pueden llegar a estimar.

» **Financial concepts for mine closure – Information document. ICMM.** Disponible en: [web](#)

El propósito de este documento es mejorar la comprensión de los conceptos financieros clave en cierre de minas, que permita la comunicación consistente de estos conceptos. Incluye definición de terminología clave y un apéndice con los diversos tipos de costos de cierre y su aplicación.

» **Cierre de Minas – Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

En esta guía se describen tres procedimientos pensados para minimizar las potenciales responsabilidades ambientales, asegurando que las decisiones presentes sobre inversión, desarrollo y operaciones se tomen con pleno reconocimiento de los impactos financieros del futuro cierre: las provisiones financieras, las garantías financieras requeridas por los organismos reguladores (fianza ambiental y tasas de rehabilitación), y la estimación de costos de cierre en la vida de la mina.

» **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento presenta tres directrices para una adecuada estimación de costos de cierre, detallando los elementos que deben ser considerados para la estimación de dichos costos y todos los programas relacionados al cierre y su debida actualización periódica.

» **Guía Metodológica para la presentación de planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general, SERNAGEOMIN, Chile. 2014.** Disponible en: [web](#)

En este documento se presenta un apartado llamado “Valorización de las Medidas de Cierre” que indica la necesidad de realizar una estimación de costos que incluya la valorización de todas las medidas requeridas para el cierre, que asegure la estabilidad física y química de las instalaciones y componentes de la mina. Para facilitar este

## RECURSOS

proceso, propone la elaboración de un cuadro que incluya: instalación, características principales, medida de cierre, cubicaciones, unidades, costo medida de cierre. Esto va posibilitar llegar finalmente a la valorización de los costos directos del plan de cierre.

- » **Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas, Londres, Reino Unido, 2008.** Disponible en: [web](#)

Esta guía presenta en la “Herramienta 10: Evaluación de riesgos de los costos del cierre” con tablas que ejemplifican las variables necesarias al hacer las estimaciones de las actividades de cierre.

- » **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

En este documento se encuentra un apartado que propone algunas pautas para la elaboración del presupuesto del cierre y todos los costos que deben ser cuidadosamente identificados, tomando como referencia la normativa de Perú.

## 9.2 - GARANTÍAS FINANCIERAS

En el marco de un plan de cierre de minas, el titular de la actividad debería asegurar los recursos necesarios para hacer frente al costo de realización de las acciones previstas en los planes de cierre aprobados por la autoridad competente. A estos fines, es recomendable que el titular de la actividad constituya y disponga una garantía financiera capaz de asegurarle al Estado la disponibilidad de estos fondos en el caso de que la empresa eventualmente no esté en condiciones de afrontar y cumplir total o parcialmente las obligaciones relativas al plan oportunamente aprobado.

En los términos expuestos, se considera a la garantía como aquella suma calculada y garantizada de dinero que representa la cantidad necesaria para pagar por la recuperación del sitio, y el monitoreo y mantenimiento post-cierre. Debe cubrir todo el costo de la rehabilitación y cierre, así como también corregir cualquier impacto que pueda provocar la operación minera sobre la fauna, el suelo y la calidad del agua.

Se recomienda que la garantía sea líquida y de fácil ejecución, y sería deseable que se establezcan criterios para definir a las entidades que las otorgan. Además, debe ser suficiente, irrevocable, y liberable en forma gradual solo con el consentimiento de la autoridad competente.

Existen distintos tipos de garantías aplicables que pueden ser utilizadas en diferentes jurisdicciones de acuerdo a las características particulares de cada caso, incluyendo: efectivo; certificados de depósito a la vista; boletas bancarias de garantía o activos de similar liquidez; avales; cartas de fianza o cartas de crédito irrevocables; pólizas de caución y otros seguros sin beneficio de excusión; fideicomisos en garantía (sobre efectivo, administración de flujo, bienes muebles e inmuebles distintos a las concesiones para actividades mineras y valores negociables excluyendo aquellos emitidos por el titular de actividad minera entre otros).

En relación a los requerimientos que se deben cumplir al constituir las garantías, se recomienda tratar de establecer requisitos que logren



Planta de procesamiento. Proyecto Don Nicolás, Provincia de Santa Cruz, 2017.

un equilibrio entre la debida protección del ambiente, los intereses públicos y el desarrollo de la industria.

La definición del momento en que debe comenzar a constituirse la garantía va a depender de cada jurisdicción, y generalmente suele darse al inicio de la operación, al momento de la obtención del permiso o en la presentación del plan de cierre. Al inicio de la construcción no hay pasivos, por lo cual la garantía debería ser lo suficientemente flexible para adaptarse y ajustarse en función de la evolución de los pasivos del proyecto. El valor de la garantía debe basarse en el nivel de alteración al medio y, por lo tanto, aumentará con la explotación de la mina y disminuirá con su recuperación.

Por último, y en cuanto a la revisión y actualización de las garantías financieras, las mejores prácticas coinciden en recomendar que los montos garantizados sean revisados sistemáticamente durante toda la vida del proyecto, ya que las estimaciones se van ajustando a la realidad a medida que se aproxima la fecha de cierre.

Sistemas mixtos: Fondo de rehabilitación minera / ambiental / cierre y post cierre

En vistas a lograr un equilibrio entre la debida protección del ambiente y el desarrollo de los proyectos, existen sistemas “mixtos” de garantías y fondos. Estos sistemas se orientan principalmente a flexibilizar los requisitos inherentes a la constitución de garantías sin que ello implique alterar la disponibilidad de fondos que se debe prever en favor del Estado.

Las garantías utilizadas para asegurar el cumplimiento de un plan de cierre están afectadas únicamente al sitio del titular de la actividad minera que las constituye. En la medida en que se verifique el cumplimiento de dicho plan de cierre, el titular recupera los instrumentos utilizados como garantía. Los aportes al fondo, en cambio, son de carácter no reembolsable y de naturaleza solidaria por parte de todos los proyectos que participan de dicha modalidad.

Los fondos generalmente están integrados por los aportes de los titulares de las actividades

---

mineras, por el producto de las multas que se apliquen, por donaciones o asignaciones que le hicieren, y por las erogaciones y subvenciones que obtenga de personas físicas o jurídicas, o del Estado. En este sentido, las autoridades de aplicación pueden establecer condiciones (por ejemplo, determinados niveles de solvencia, capacidad crediticia, cumplimiento acreditado de buenas prácticas ambientales, etc.) bajo las cuales una empresa está autorizada a realizar aportes al fondo en lugar de constituir garantías.

A continuación, se presentan algunos ejemplos internacionales de conformación de sistemas mixtos para la constitución de garantías para el cierre de minas:

#### **Chile:**

Chile contempla un régimen mixto conformado por garantías afectadas a la etapa de cierre de cada proyecto específico y un fondo solidario para el monitoreo post cierre y actividades de remediación de pasivos ambientales de la industria como un todo (Ley N° 20.551).

El monto de la garantía se basa en el valor actual neto (VAN) de la estimación del costo anual para todos los trabajos de cierre y los requisitos y actividades asociadas con el sitio de la mina desde el inicio de la operación minera hasta el final de la vida de la mina (LOM, por sus siglas en inglés). Esta cantidad también incluye el VAN de los costos posteriores al cierre.

El fondo de post-cierre se utiliza para garantizar el mantenimiento del sitio después de que se complete el plan de cierre. Se financia con contribuciones de cada empresa minera (y puede incluir donaciones). La contribución es equivalente al valor presente del costo total de las medidas posteriores al cierre, incluidos los costos administrativos. Está gestionado por una institución profesional especializada en la administración de activos financieros, autorizada por el Supervisor de Garantías y Seguros y elegida por una licitación pública.

#### **Estado de Western Australia (Australia):**

El estado de Western Australia prevé la creación de un Fondo Minero de Rehabilitación (el "Mining Rehabilitation Fund") a partir de aportes no reembolsables de las empresas

mineras con proyectos en ejecución. Así mismo, el Departamento de Minas, Regulación Industrial y Seguridad se reserva el derecho de solicitar a aquellos proyectos considerados "riesgosos" de manera adicional a los aportes al fondo- una garantía llamada Unconditional Performance Bonds (Bonos de Desempeño Incondicional). Entre los proyectos "riesgosos" se incluyen aquellas empresas con incumplimientos ambientales, atrasos en los aportes al Fondo Minero de Rehabilitación o en concurso de acreedores (Mining Rehabilitation Fund Act, 2012).

#### **Estado de Queensland (Australia):**

En el estado australiano de Queensland, se instauró un sistema mixto (tailored solution o solución a medida) que contempla la solicitud de garantías en el caso de proyectos riesgosos y el aporte a fondos en el caso de aquellas actividades con un nivel de impacto o perfil de riesgo menor (Queensland Treasury, 2017b). Esta propuesta "híbrida" surge de una simulación que analiza el valor esperado de los aportes del Estado bajo diferentes esquemas de aseguramiento y para una probabilidad de default dada de las distintas actividades mineras. Al aplicarse el requisito de garantías únicamente a los proyectos de alto riesgo, se reducen tanto el nivel de volatilidad del fondo resultante como el costo del sistema para aquellas empresas con un nivel de riesgo homogéneo.

A continuación, se presenta una serie de guías y documentos útiles a los fines de comprender el funcionamiento de fondos y garantías, los procedimientos y plazos de constitución y ejecución de las mismas:

## RECURSOS

- » **Guía Metodológica de cálculo, determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20551, Versión 02, 2019. SERNAGEOMIN, Gobierno de Chile.** Disponible en: [web](#)

Esta guía chilena recién publicada tiene como objetivo orientar a la forma de calcular la garantía financiera de un plan de cierre en conformidad a la Ley 20.551- Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras. Detalla paso a paso el desarrollo del cálculo de las garantías financieras de un plan de cierre, además de informar cómo las empresas, una vez aprobado un plan de cierre, deben poner a disposición la garantía financiera en relación a los plazos, requerimientos de los instrumentos financieros y procedimientos. También incluye el tratamiento de la garantía financiera en los casos que puedan existir liberaciones graduales de la garantía a medida que se vaya ejecutando el plan de cierre, las actualizaciones de los planes de cierre y las paralizaciones temporales de las faenas mineras. Ilustra casos prácticos para operativizar los conceptos antes expuestos, haciéndola didáctica, comprensible y amigable para el desarrollo del capítulo de Garantía Financiera que debe contener un plan de cierre.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

Esta publicación contiene una sección dedicada específicamente al desarrollo de políticas de financiamiento para el cierre de minas. Asimismo, describe las características comunes de las garantías financieras, las oportunidades para su constitución y los procedimientos involucrados.

- » **Cierre de Minas - Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este programa describe los tipos de garantías financieras y los procesos para la estimación de los costos de cierre. Asimismo recomienda el uso de los principios de gestión de riesgos en la evaluación de opciones y costos con el objeto de reducir las responsabilidades ambientales a largo plazo y proveer criterios para determinar cronogramas de estimación de presupuestos y constitución de garantías.

- » **Vida útil y garantías financieras. R. Skewes, Departamento de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas - SERNAGEOMIN. Gobierno de Chile.** Disponible en: [web](#)

En este documento se describen los principales aspectos de la Ley N° 20.551 de Chile con relación a: las definiciones y criterios que se utilizan para determinar la vida útil de los proyectos; los instrumentos permitidos para la constitución de la garantía; el momento en el que se la debe comenzar a constituir; quiénes calificarán los Instrumentos en Garantía y revisarán, posibilidades de liberación gradual; y todas las cuestiones vinculadas al procedimiento de constitución, liberación y ejecución.



Vista del dique de colas. Mina Alumbraera, Provincia de Catamarca.

---

# 10.

---

## CONSIDERACIONES SOBRE USO POST-MINERO

---

La industria minera hace un uso temporal del suelo, por lo que en todos los casos tarde o temprano se va a producir el cierre de todas las operaciones. En este marco, un proceso de cierre planificado ofrece una oportunidad para que el suelo donde se llevó a cabo el proyecto minero sea rehabilitado para una utilización sostenible luego del cese de la actividad minera.

El concepto de uso post-minero se emplea para describir la utilización que se hará del suelo y de la infraestructura involucrada en el proyecto luego del cese de las operaciones mineras<sup>9</sup> y de la rehabilitación apropiada del sitio –o bien en el marco de eventuales cierres progresivos de ciertos componentes de la operación–.

Con el fin de plantear propuestas y definir posibles usos post-mineros del suelo/ instalaciones, el operador del proyecto debería llevar adelante instancias participativas, con intervención de la población local, autoridades gubernamentales y otros actores sociales significativos, a fin de relevar los objetivos y puntos de vista de todos los grupos de interés y lograr acuerdos y consensos.

Es deseable que las autoridades de aplicación incorporen como una variable central en la evaluación y aprobación de los planes de cierre el principio general de uso post-minero del sitio.

Llegado el momento del cese de la actividad y/o cierre progresivos, se deberá establecer un procedimiento para el traspaso de la infraestructura y el suelo. Es importante que en esta transición se establezcan con claridad las responsabilidades tanto de la empresa como de la autoridad de aplicación.

Para que la definición de los posibles usos post mineros del suelo y la infraestructura se asocien a un legado positivo de la actividad resulta necesario trabajar sobre varios aspectos clave que hacen al proceso de toma de decisión:

- Incorporar el análisis de alternativas de usos post-mineros del sitio desde la planificación temprana del proyecto.
- Incorporar, mediante procesos participativos, la visión y opiniones de la población del área de influencia del proyecto en la definición de alternativas de los posibles usos post-mineros.
- Evaluar las propuestas de usos post mineros en función de las características del sitio y su entorno ambiental y sociocultural, con la correspondiente estimación de los costos de materialización de cada propuesta.
- Generar propuestas de usos post mineros flexibles y adaptables a nuevos enfoques innovadores y que atiendan a los cambios de expectativas de la comunidad. Estos aspectos son clave en proyectos de largo plazo.
- Realizar actualizaciones periódicas de las alternativas de usos post mineros que reflejen los posibles cambios mencionados en el punto anterior.
- Articular los posibles usos post mineros, siempre que sea posible, con las políticas, planes y/o programas de desarrollo existentes a nivel local, provincial o nacional.
- Alinear las políticas de responsabilidad social empresaria (RSE) vinculadas a la creación y/o fortalecimiento de capacidades locales con el uso post minero de la infraestructura y el suelo oportunamente definido.
- Establecer procedimientos claros para la transferencia de infraestructura y activos para los usos post mineros, definiendo claramente las responsabilidades de los distintos actores involucrados.

---

9- Por cese se entiende la aprobación formal por parte de las autoridades competentes de que los criterios de finalización de la mina se han cumplido de manera satisfactoria.

- La definición de este tema dentro de la planificación del cierre de mina lo más temprano posible -preferentemente durante las etapas de pre-factibilidad y factibilidad- es sumamente importante, y resultará beneficioso para todos los actores involucrados. Su importancia radica en que la definición de objetivos respecto del uso que se dará a la tierra e infraestructura con posterioridad al cierre

podría influir en decisiones relativas al diseño de mina.

Puede ocurrir que la introducción de cambios simples en el diseño de la mina, teniendo en cuenta los objetivos de uso post-mineros, tenga implicancias positivas para el cierre, incluso bajando los costos para los proyectos.

## RECURSOS

- » **Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. ICMM, 2019.** Disponible en: [web](#)

La guía ofrece un capítulo específico en uso de la tierra post cierre, haciendo enfoque en la necesidad de la evaluación temprana, la utilización de la línea de base, la consideración de la capacidad del suelo, entre otras buenas prácticas descriptas. Además, presenta tres ejemplos prácticos como estudios de casos.

- » **Lista de Verificación para los Gobiernos sobre el cierre de faena minera. Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). 2018.** Disponible en: [web](#)

En la sección “Uso Post-Minero de la Tierra” se plantea que la selección de los posibles usos post-mineros del suelo es una de las decisiones más relevantes del desarrollo de un plan de cierre. Asimismo, describe los aspectos claves para la definición de los posibles usos del suelo.

- » **Cierre de Minas – Programa de Prácticas Líderes para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. Departamento de Industria, Innovación y Ciencia. Gobierno de Australia. 2016.** Disponible en: [web](#)

Este documento presenta apartados específicos en el tema tales como “Posibilidades de uso del terreno tras la actividad minera”, “La comunidad y el Cierre”, “Gestión y seguimiento posterior al cierre” y “Cese de la mina”. El concepto ordenador es el uso temporal del suelo que hace la actividad, por lo que al momento del cierre se deberán permitir nuevos usos. La planificación del cierre tiene por objeto garantizar que pueda usarse la mayor cantidad posible de terreno de manera segura y sostenible. Los usos futuros del suelo deben contar con el apoyo de los grupos de interés y debe cumplir con los objetivos de cierre a un costo aceptable.

- » **Guía para la planificación del cierre de minas. Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). 2015.** Disponible en: [web](#)

Esta guía propone que los posibles usos del suelo deberán ajustarse en la medida de lo posible, a los cambios de expectativas de las comunidades, nuevas propuestas de uso asociado a nuevas tecnologías o prácticas.

- » **Guidelines for Preparing Mine Closure Plans. Department of Mines and Petroleum (DMP) and the Environmental Protection Authority (EPA). Government of Western Australia. 2015.** Disponible en: [web](#)

Este documento incluye un apartado con los aspectos relevantes de este tema,

## RECURSOS

planteando que el uso post-minero del suelo debe ser propuesto y acordado con los stakeholders y los reguladores de la actividad; que las alternativas propuestas deben ser realistas y accesibles; y que el Plan de cierre debe considerar el legado ambiental, que limitará los posibles usos del suelo.

- » **Guía para la elaboración de planes de cierre de minas. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros. República del Perú. 2006.** Disponible en: [web](#)

Esta guía contiene información sobre los usos del terreno luego del cese de la actividad, la reutilización de distintos componentes del proyecto, como la transferencia de instalaciones para uso público. En apartado “Programas Sociales” se hace mención a aspectos fundamentales relacionados con los usos post-mineros.

- » **It’s Not Over When It’s Over: Mine Closure Around the World. World Bank and the International Finance Corporation. Washington DC, USA: 2002.** Disponible en: [web](#)

Este documento plantea que existe un consenso cada vez mayor entre los gobiernos y las empresas en torno a que la planificación del cierre de minas debe contemplar el uso futuro del suelo. Aborda además la complejidad respecto a la gestión posterior de la infraestructura y servicios asociados al proyecto. En este sentido considera necesario mejorar las capacidades locales de gestión y garantizar los recursos financieros para su funcionamiento.

- » **Strategic framework for mine closure. Australian and New Zealand Minerals and Energy Council and Minerals Council of Australia. Australia. 2000.** Disponible en: [web](#)

Este marco estratégico fue diseñado para proveer un marco mejorado, más amplio y consistente en torno de las actividades relativas al cierre de minas en distintas jurisdicciones australianas. En un ítem específico aborda aspectos vinculados a los usos post-mineros: consulta efectiva y estrategia de comunicación dirigida.

# 11. RECONOCIMIENTOS

Esta Guía de Recursos fue elaborada por la Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable de la Secretaría de Política Minera del Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación. La redacción del documento fue dirigida por la Directora Nacional Carolina del Valle y el equipo de proyecto involucrado en su preparación estuvo a cargo de la Directora de Gestión Ambiental Minera, Cecilia Lichtschein, y el Director de Desarrollo Local, Luciano Pafundi.

Equipo técnico: Mariela Caffarena, Sindy González, Juan Martín Isla, Soledad Laclau, Andrés Makowiecki, Federico Martínez, Leandro Pirraglia y Luciana Maia Villalba.  
Asistencia general: Belén Bertiller.

Agradecemos a las autoridades y ex autoridades de la Secretaría de Política Minera de la Nación por su constante apoyo a la iniciativa sin la cual esta guía no hubiera sido posible.

Nuestro profundo reconocimiento a las autoridades mineras y ambientales de las provincias y a los colegas de sus equipos técnicos, a quienes agradecemos sus valiosas contribuciones y el entusiasmo con el cual trabajaron con nosotros desde el principio en esta iniciativa, por los debates, los consensos, los disensos, pero principalmente por el tiempo dedicado a hallar los puntos de acuerdo para avanzar con el desarrollo de políticas de sustentabilidad para la minería en Argentina.

Agradecemos particularmente al Dr. Robert Stevens y a todo el equipo del CIRDI, por la dedicación y la confianza puesta en nuestro equipo. Fue muy gratificante la experiencia de trabajo conjunto, no sólo por la excelencia académica y solidez técnica del equipo, sino también por la calidad humana y empatía con la que acompañaron este proyecto.

Por último, a la Embajada de Canadá en la Argentina por el apoyo y presencia permanente, y por la vital colaboración en la edición de esta guía.

## 12. REFERENCIAS

1. **Secretaría de Minería de la Nación y COFEMIN.** Acuerdo Federal Minero. 2017.
2. **Rabbi, Fazle, y otros.** A Review of Mine Closure Planning and Practice in Canada and Australia. 2015. págs. 140-159.
3. **Miranda, Marta, Chambers, David y Coumans, Catherine.** Marco Básico para una Minería Responsable. 2005.
4. **Gobierno de Australia.** Cierre de Minas Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera. 2016.
5. **SERNAGEOMIN.** Guía metodologica para la presentación de planes de Cierre de empresas cuya capacidad de extracción o beneficio sea mayor a 5000ton/mes y menor o igual a 10000 ton/mes. Chile : s.n., 2014.
6. **UNESCO.** Agua y Minería en cuencas Áridas Y Semiáridas. Guía para la Gestión Integral. Proyecto CAMINAR: Catchment Management and Mining Impacts in Arid and Semi-Arid South America. La Serena, Chile : s.n., 2009.
7. **Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, Ministerio de Energía y Minas, República del Perú.** Guía para la elaboración de Planes de Cierre de Minas. Lima, Perú : s.n., 2006.
8. **ICMM.** Integrated Mine Closure Good Practice Guide, 2nd Edition. London : ICMM, 2019.
9. **Prospectors & Developers Association of Canada.** e3PLUS A Framework for Responsible Exploration: Excellence in Environmental Stewardship e-toolkit (EES) Version-01. 2009.
10. **SERNAGEOMIN.** Guía Metodológica de Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras. Chile : s.n., 2015.
11. **The International Network for Acid Prevention.** Global Acid Rock Drainage Guide. 2009.
12. **Australian Government.** Tailings Management. Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. 2016.
13. **ICMM.** Water management in mining:a selection of case studies. United Kingdom, London : s.n., 2012.
14. **ICMM.** Guía práctica para la gestión del agua de capacitación para la industria Minera y Metalúrgica. Londres, Reino Unido. : s.n., 2015.

---

15. **Naciones Unidas.** Convenio sobre la diversidad biológica. Nueva York : s.n., 1992, pág. 4 y 5.

16. **Australian Government.** Biodiversity Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. 2016.

17. **Society for Ecological Restoration.** Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica, incluyendo principios y conceptos clave. s.l. : Society for Ecological Restoration, 2016.

18. **APEC.** Mine Closure - Checklist for Governments. Singapore, Australia : s.n., 2018.

19. **Corporación Financiera Internacional.** Marco de Sostenibilidad Ambiental y Social. 2012.

20. **Vivoda, Vlado, Kemp, Deanna y Owen, John.** Regulating the social aspects of mine closure in three Australian states. Journal of Energy & Natural Resources Law. En prensa., 2019.

21. **UNEP.** APELL for mining. Guidance for the Mining Industry in Raising Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level. Technical Report N° 41. 2001.

22. **Martín Duqué, José F y Bugosh, Nicholas.** El remodelado del terreno en la restauración ecológica del espacio afectado por actividades mineras: del uso de criterios geomorfológicos al método Geofluv. Restauración Ecológica en Minería. De la Teoría a la Práctica. Fundación Ciudad de la Energía. Ponferrada : s.n., 2013, págs. 31-46.

# 13. LISTADO DE RECURSOS

— Anglo American, Socio-Economic Assessment Toolbox Version 3, London, United Kingdom: 2012.

<https://www.angloamerican.com/~//media/Files/A/Anglo-American-PLC-V2/documents/communities/seat-v3-jan-15-2.pdf>

— Arnold, L. and Hanna, K., Best Practices in Environmental Assessment: Cases Studies and Application to Mining. Canadian International Resources and Development Institute (CIRDI) Report, Canada: 2017.

<https://cirdi.ca/wp-content/uploads/2017/12/Best-Practices-in-EA-L.-Arnold-K.-Hanna-FINAL.pdf>

— Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC), Mine closure checklist for governments, Canada / Singapore: 2018.

[https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/FINAL-APEC-Checklist\\_NC302-PRE\\_mine-closures\\_Spanish.pdf](https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/FINAL-APEC-Checklist_NC302-PRE_mine-closures_Spanish.pdf) (español)

[https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/218\\_MTF\\_Mine-Closure\\_Checklist-for-Governments-1.pdf](https://www.igfmining.org/wp-content/uploads/2019/04/218_MTF_Mine-Closure_Checklist-for-Governments-1.pdf) (inglés)

— Australian and New Zealand Minerals and Energy Council - Minerals Council of Australia, Strategic Framework for Mine closure, Australia: 2000.

<https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Strategic-Framework-Mine-Closure.pdf>

— Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science. Biodiversity Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-biodiversity-management-handbook-english.pdf>

— Australian Government - Department of Industry, Innovation and Science, Community Engagement and Development - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-community-engagement-and-development-handbook-english.pdf>

---

– Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science. Mine Rehabilitation - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-rehabilitation-handbook-english.pdf> (inglés)

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-rehabilitation-handbook-spanish.pdf> (español)

– Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science. Preventing Acid and Metalliferous Drainage - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-preventing-acid-and-metalliferous-drainage-handbook-english.pdf>

– Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science. Risk Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-risk-management-handbook-english.pdf>

– Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science, Tailings Management - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-tailings-management-handbook-english.pdf>

– Australian Government, Department of Industry, Innovation and Science. Water Stewardship - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Australia: 2016.

<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-water-stewardship-handbook-english.pdf>

– AXYS Environmental Consulting Ltd. and Cumulative Effects Assessment Working Group, Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide. Canadian Environmental Assessment Agency, Canada: 1999.

<http://publications.gc.ca/collections/Collection/En106-44-1999E.pdf>

– Baisley et al., Climate Change and Mine Closure - A Practical Framework for Addressing Risk. "Mining Meets Water - Conflicts and Solutions", IMWA Conference. Leipzig, Germany: 2016.

<http://www.okc-sk.com/new/wp-content/uploads/2017/03/Baisley-et-al-2016-Climate-change-and-mine-closure-IMWA-Conference.pdf>

– Biodiversity Consultancy, IPIECA, ICMM, Equator Principles Association. A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy. 2015.

<http://www.csbi.org.uk/our-work/mitigation-hierarchy-guide/>

- 
- Canadian Environmental Assessment Agency, Public Participation Guide, Canada: 2008.  
[https://www.canada.ca/content/dam/ceaa-acee/documents/policy-guidance/public-participation-guide/Public\\_Participation\\_Guide.pdf](https://www.canada.ca/content/dam/ceaa-acee/documents/policy-guidance/public-participation-guide/Public_Participation_Guide.pdf)
  - Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas, Londres, Reino Unido: 2008.  
<https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Planificacion-Cierre-Integrado-ICMM.pdf>
  - Corporación Financiera Internacional, Grupo Banco Mundial, Manual de Buena Práctica - Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes. 2013.  
[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/93910f82-9040-47a3-ba27-4571555701cb/IFC\\_CIA\\_Esp.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kTkDpOw](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/93910f82-9040-47a3-ba27-4571555701cb/IFC_CIA_Esp.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kTkDpOw)
  - Department of Water Affairs and Forestry, Best Practice Guideline G5: Water Management Aspects for Mine Closure. South Africa: 2008.  
[https://www.dwa.gov.za/Documents/Other/WQM/BPG\\_G5WaterManagementAspectsForMineClosure.pdf](https://www.dwa.gov.za/Documents/Other/WQM/BPG_G5WaterManagementAspectsForMineClosure.pdf)
  - D J Tongway and N L Hindley, Landscape Function Analysis: Procedures for Monitoring and Assessing Landscapes - With special reference to Minesites and Rangelands. CSIRO, Australia: 2004.  
[https://www.researchgate.net/profile/David\\_Tongway/publication/238748160\\_Landscape\\_Function\\_Analysis\\_Procedures\\_for\\_Monitoring\\_and\\_Assessing\\_Landscapes\\_-\\_with\\_Special\\_Reference\\_to\\_Minesites\\_and\\_Rangelands/links/Odeec52c915ae0139e000000/Landscape-Function-Analysis-Procedures-for-Monitoring-and-Assessing-Landscapes-with-Special-Reference-to-Minesites-and-Rangelands.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David_Tongway/publication/238748160_Landscape_Function_Analysis_Procedures_for_Monitoring_and_Assessing_Landscapes_-_with_Special_Reference_to_Minesites_and_Rangelands/links/Odeec52c915ae0139e000000/Landscape-Function-Analysis-Procedures-for-Monitoring-and-Assessing-Landscapes-with-Special-Reference-to-Minesites-and-Rangelands.pdf)
  - Environment Canada, Environmental Code of Practice for Metal Mines. Canada: 2009.  
<https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/documents/codes/mm/mm-eng.pdf>
  - Fundación Chile y SERNAGEOMIN, Guía Metodológica de Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras. Chile: 2015.  
<http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/GuiaMetodologicaQuimica.pdf>
  - Gobierno de Australia, Cierre de Minas - Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera, Australia: 2016.  
<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-closure-handbook-spanish.pdf>

– Gobierno de Estados Unidos y el Reino Unido, Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos. 2000.

[https://docs.wixstatic.com/ugd/f623ce\\_140f17e29c644887bb5c4b5ffb627e92.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/f623ce_140f17e29c644887bb5c4b5ffb627e92.pdf)

– Golder Associates / International Council on Mining and Metals (ICMM), Review of Tailings Management Guidelines and Recommendations for Improvement. London: 2016.

[https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/tailings/161205\\_review-of-tailings-management-guidelines.pdf](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/tailings/161205_review-of-tailings-management-guidelines.pdf)

– Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum (DMP) and the Environmental Protection Authority (EPA), Guidelines for Preparing Mine Closure Plans. Australia: 2015.

<http://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Environment/ENV-MEB-121.pdf>

– Gullison, R.E.; Hardner, J.; Anstee, S.; Meyer, M. Buenas prácticas para la recopilación de datos de línea base de biodiversidad. 2015.

<https://publications.iadb.org/en/publication/16994/good-practices-collection-biodiversity-baseline-data>

– Hardner, J., R.E. Gullison, S. Anstee, M. Meyer. Buenas Prácticas para la Evaluación y la Planificación del Manejo de Impactos sobre la Biodiversidad. 2015.

<https://webimages.iadb.org/publications/spanish/document/Buenas-pr%C3%A1cticas-para-la-evaluaci%C3%B3n-y-planificaci%C3%B3n-del-manejo-de-impactos-sobre-la-biodiversidad.pdf>

– Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), Guía para la Planificación del Cierre de Minas, Brasilia, Brasil: 2015.

<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006002.pdf>

– International Finance Corporation. Water, Mining and Communities: Creating Shared Value through Sustainable Water Management – Discussion Paper. 2014.

<https://commdev.org/pdf/publications/Water-Mining-and-Communities-Discussion-Draft.pdf>

– International Institute for Sustainable Development (IISD), Plataforma en Línea para la Evaluación del Impacto Ambiental.

<https://www.iisd.org/learning/eia/es/>

– International Institute for Sustainable Development (IISD), State of Sustainability Initiatives Review: Standards and the Extractive Economy, Canada: 2018.

<https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/igf-ssi-review-extractive-economy.pdf>

– International Network for Acid Prevention (INAP), Global Acid Rock Drainage Guide. 2009.

<http://www.gardguide.com/images/5/5f/TheGlobalAcidRockDrainageGuide.pdf>

- 
- ICMM, Adapting to a changing climate: implications for the mining and metals industry. United Kingdom: 2013.  
<https://www.icmm.com/en-gb/publications/climate-change/adapting-to-a-changing-climate-implications-for-the-mining-and-metals-industry>
  - ICMM, Community Development Toolkit. United Kingdom: 2012.  
<https://www.commddev.org/wp-content/uploads/2015/06/ICMM-Community-Development-Toolkit.pdf>
  - ICMM, Integrated mine closure: good practice guide, 2nd edition. United Kingdom: 2019.  
<https://www.icmm.com/en-gb/environment/mine-closure/integrated-mining-closure>
  - ICMM, Financial concepts for mine closure – Information document.  
[http://www.icmm.com/website/publications/pdfs/closure/190205\\_icmm\\_financial-concepts-for-mine-closure.pdf](http://www.icmm.com/website/publications/pdfs/closure/190205_icmm_financial-concepts-for-mine-closure.pdf)
  - ICMM, Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad. Reino Unido: 2006.  
<https://www.icmm.com/website/publications/es/guia-de-buenas-practicas-para-la-mineria-y-la-biodiversidad.pdf>
  - ICMM, Guía práctica para la gestión del agua de captación para la industria minera y Metalúrgica, Londres: 2015.  
[https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/practical-guide-catchment-based-water-management\\_es](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/practical-guide-catchment-based-water-management_es)
  - ICMM, Human rights in the mining and metals industry. Integrating human rights due diligence into corporate risk management processes. United Kingdom: 2012.  
<https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/social-and-economic-development/3308.pdf>
  - ICMM, Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas. 1ª edición. Reino Unido: 2008.  
<https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Planificacion-Cierre-Integrado-ICMM.pdf>
  - ICMM, Water management in mining: a selection of case studies, United Kingdom: 2012.  
[https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/water-management-in-mining\\_case-studies](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/water-management-in-mining_case-studies)
  - ICMM / PNUMA, Buenas prácticas de preparación y respuesta ante emergencias. 2005.  
<https://www.icmm.com/website/publications/es/buenas-practicas-de-preparacion-y-respuesta-ante-emergencias.pdf>

---

– Jorge Oyarzún Muñoz, Planes de Cierre Mineros – Curso Resumido. Universidad de La Serena, Chile: 2008.  
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres%20mineros%20-%20Jorge%20Oyarz%C3%BAAn.pdf>

– J. Owen, D. Kemp, Mine closure and social performance: an industry discussion paper. Centre for Social Responsibility in Mining, Sustainable Minerals Institute, The University of Queensland, Brisbane. Australia: 2018.  
<https://www.csr.m.uq.edu.au/media/docs/1536/mineclosurediscussionpapercompressed.pdf>

– JRI Ingeniería – ECOMETALES Limited, Manual de Uso Público: Técnicas de perforación, muestreo y caracterización para la recuperación de elementos de valor desde relaves. Chile: 2019.  
[http://relavesconvalor.cl/MANUAL\\_USO\\_PUBLICO.pdf](http://relavesconvalor.cl/MANUAL_USO_PUBLICO.pdf)

– Julia Nelson, Advisory Services and Ryan Schuchard, Climate and Energy, Adapting to Climate Change: A Guide for the Mining Industry – BSR Report. 2009.  
<https://www.bsr.org/en/our-insights/report-view/adapting-to-climate-change-a-guide-for-the-mining-industry>

– Kickler, K. and Franken, G., Sustainability Schemes for Mineral Resources: A Comparative Overview., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Germany: 2017.  
<https://www.namiro-projekt.org/english/publications/>

– Kvam, Reidar, Evaluación del impacto social: integrando los aspectos sociales en los proyectos de desarrollo. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo N°613: 2018.  
<https://webimages.iadb.org/publications/2019-01/Evaluaci%C3%B3n-del-impacto-social-Integrando-los-aspectos-sociales-en-los-proyectos-de-desarrollo.pdf>

– Lukas Rüttinger and Vigya Sharma, Climate change and mining - A Foreign Policy Perspective. Adelphi / University of Queensland, Australia: 2016.  
<https://www.climate-diplomacy.org/publications/climate-change-and-mining-foreign-policy-perspective>

– McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW, Estándares Internacionales para la Práctica de la Restauración Ecológica – incluyendo principios y conceptos clave. Society for Ecological Restoration, USA: 2016.  
[https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser\\_publications/SER\\_Standards\\_Spanish\\_rev.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/SER_Standards_Spanish_rev.pdf)

– MEND Program, Climate Change and Acid Rock Drainage – Risks for the Canadian Mining Sector. MEND Report 1.61.7. Canada: 2011.  
<http://mend-nedem.org/wp-content/uploads/2013/01/1.61.7.pdf>

---

– Minerals Council of Australia, Cumulative Environmental Impact Assessment - Industry Guide. Australia: 2015.

[http://minerals.org.au/sites/default/files/Cumulative\\_Environmental\\_Impact\\_Assessment\\_Industry\\_Guide\\_FINAL\\_0.pdf](http://minerals.org.au/sites/default/files/Cumulative_Environmental_Impact_Assessment_Industry_Guide_FINAL_0.pdf)

– Ministry of Environment, Lands and Parks, Environmental Risk Assessment (ERA): An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. British Columbia, Canada: 2000.

<http://www.env.gov.bc.ca/wld/documents/era.pdf>

– Naciones Unidas (ONU), Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos, Principios Rectores sobre las empresas y los derechos humanos: puesta en práctica del marco de las Naciones Unidas para proteger, respetar y remediar. Nueva York y Ginebra: 2011.

[https://www.ohchr.org/documents/publications/guidingprinciplesbusinesshr\\_sp.pdf](https://www.ohchr.org/documents/publications/guidingprinciplesbusinesshr_sp.pdf)

National Orphaned/Abandoned Mines Initiative (NOAMI), Lessons Learned on Community Involvement in the Remediation of Orphaned and Abandoned Mines, Canada: 2003.

<http://www.abandoned-mines.org/wp/wp-content/uploads/2015/06/LessonsLearnedCI2003.pdf>

– National Orphaned / Abandoned Mines Initiative (NOAMI), The policy framework in Canada for mine closure and management of long-term liabilities: a guidance document. Canada: 2010.

<http://www.abandoned-mines.org/pdfs/PolicyFrameworkCanforMinClosureandMgmtLiabilities.pdf>

– Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Guía de la OCDE de Debida Diligencia para una Conducta Empresarial Responsable. 2018.

<https://mneguidelines.oecd.org/Guia-de-la-OCDE-de-debida-diligencia-para-una-conducta-empresarial-responsable.pdf>

– Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Guía de Debida Diligencia de la OCDE para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo, Tercera Edición. 2016.

<http://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=0bdf543-61e8-4018-872b-405e1924d0fb>

– Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), Guía de la OCDE de diligencia debida para la participación significativa de las partes interesadas del sector extractivo, París, Francia: 2018.

[https://www.oecd-ilibrary.org/governance/guia-de-la-ocde-de-diligencia-debida-para-la-participacion-significativa-de-las-partes-interesadas-del-sector-extractivo\\_9789264264267-es;jsessionid=8CsF-CKhHUcp6Eh5jY0DJ3-2.ip-10-240-5-48](https://www.oecd-ilibrary.org/governance/guia-de-la-ocde-de-diligencia-debida-para-la-participacion-significativa-de-las-partes-interesadas-del-sector-extractivo_9789264264267-es;jsessionid=8CsF-CKhHUcp6Eh5jY0DJ3-2.ip-10-240-5-48)

---

– P. M. Heikkinen, P. Noras, R. Salminen (eds.), Mine Closure Handbook - Environmental Techniques for the Extractive Industries. Finlandia: 2008.  
[http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej\\_074.pdf](http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_074.pdf)

– Prospectors & Developers Association of Canada, e3PLUS A Framework for Responsible Exploration: Excellence in Environmental Stewardship e-toolkit (EES) Version-01. Canada: 2009.  
[https://www.pdac.ca/docs/default-source/priorities/e3-plus---toolkits---environmental-stewardship/environmental-stewardship-toolkit---full-document.pdf?sfvrsn=9da3a8b4\\_4](https://www.pdac.ca/docs/default-source/priorities/e3-plus---toolkits---environmental-stewardship/environmental-stewardship-toolkit---full-document.pdf?sfvrsn=9da3a8b4_4)

– Prospectors & Developers Association of Canada (PDAC), First Engagement: a field guide for explorers, Ontario, Canada: 2015.  
[https://www.pdac.ca/docs/default-source/priorities/responsible-exploration/programs---e3-plus---community-engagement-guide/pdac-first-engagement--a-field-guide-for-explorers.pdf?sfvrsn=e757a898\\_2](https://www.pdac.ca/docs/default-source/priorities/responsible-exploration/programs---e3-plus---community-engagement-guide/pdac-first-engagement--a-field-guide-for-explorers.pdf?sfvrsn=e757a898_2)

– República del Perú - Ministerio del Ambiente, Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales. Perú: 2009.  
[http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia\\_riesgos\\_ambientales.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf)

– República del Perú - Ministerio de Energía y Minas, Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Minas, Lima, Perú: 2006.  
[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia\\_cierre.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia_cierre.pdf)

– República del Perú - Ministerio de Energía y Minas, Kit de Herramientas de Relacionamiento y Comunicación para una Exploración Minera Responsable, Lima, Perú: 2018.  
[http://www.minem.gob.pe/\\_publicacion.php?idSector=3&idPublicacion=575](http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=3&idPublicacion=575)

– Roche, C., Thygesen, K., Baker, E. (Eds.), Mine Tailings Storage: Safety Is No Accident. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal: 2017.  
[https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s\\_document/371/original/RRA\\_MineTailings\\_lores.pdf?1510660693](https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/371/original/RRA_MineTailings_lores.pdf?1510660693)

– R. Skewes, Vida útil y garantías financieras. Departamento de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas - SERNAGEOMIN, Gobierno de Chile.  
<https://mail.comisionminera.cl/documentacion/category/106-taller-vida-util-y-garantias-financieras-en-cierre-de-minas-11-jul?download=977:2-vida-util-y-garantias-financieras-r-skewes-sernageomin>

– SERNAGEOMIN, Buenas Prácticas en la Gestión de la Estabilidad Química en la Industria Minera. Chile: 2015.  
<http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Buenas-Practicas.pdf>

---

– SERNAGEOMIN – Arcadis, Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el Cierre de Faenas Mineras. Chile: 2014.

<https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/14.03.24-GuiadeEvaluaciondeRiesgosparaelCierreFaenasMineras.pdf>

– SERNAGEOMIN, Guía Metodológica de cálculo, determinación y disposición de la garantía financiera que establece la Ley 20551, Versión 02. Gobierno de Chile: 2015.

[https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/04/20190402GUIA\\_METODOLOGICA\\_LEY20.551.pdf](https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/04/20190402GUIA_METODOLOGICA_LEY20.551.pdf)

– Society for Ecological Restoration Australasia (SERA) - Standards Reference Group, National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia. Second Edition. 2017.

<http://www.seraustralasia.com/standards/National%20Restoration%20Standards%202nd%20Edition.pdf>

– UNEP, APELL for mining: Guidance for the Mining Industry in Raising Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level. Technical Report N°41: 2001.

[http://apell.eecentre.org/Modules/GroupDetails/UploadFile/APELL\\_for\\_Mining\\_-\\_Guidance\\_for\\_the\\_Mining\\_Industry.pdf](http://apell.eecentre.org/Modules/GroupDetails/UploadFile/APELL_for_Mining_-_Guidance_for_the_Mining_Industry.pdf)

– UNESCO, Agua y Minería en Cuencas Áridas y Semiáridas: Guía para la Gestión Integral. Proyecto CAMINAR: Catchment Management and Mining Impacts in Arid and Semi-Arid South America / Gestión de Cuencas con Actividad Minera en Regiones Áridas y Semiáridas en Sudamérica. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 17: 2009.

[http://www.labor.org.pe/descargas/guia\\_gestion\\_integral\\_caminar\\_2009.pdf](http://www.labor.org.pe/descargas/guia_gestion_integral_caminar_2009.pdf)

– United Nations Development Programme (UNDP), Extracting Good Practices - A Guide for Governments and Partners to Integrate Environment and Human Rights into the Governance of the Mining Sector, New York, USA: 2018.

[https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Environmental-Governance-Project/Extracting\\_Good\\_Practices\\_Report.pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Environmental-Governance-Project/Extracting_Good_Practices_Report.pdf)

– Western Australia Environmental Protection Authority, Guidance for the Assessment of Environmental Factors. Australia: 2006.

[http://www.epa.wa.gov.au/sites/default/files/Policies\\_and\\_Guidance/GS6-Rehab-Terrestrial-Ecosystems-260606.pdf](http://www.epa.wa.gov.au/sites/default/files/Policies_and_Guidance/GS6-Rehab-Terrestrial-Ecosystems-260606.pdf)

– World Bank and the International Finance Corporation, It's Not Over When It's Over: Mine Closure Around the World, Washington DC, USA: 2002.

<http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/notoverwhenover.pdf>

– World Bank Multistakeholder Initiative, Towards Sustainable Decommissioning and Closure of Oil Fields and Mines: A Toolkit to Assist Government Agencies, 2010.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/16964/827200WPOdecom00Box379864B00PUBLICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

---

–  
W. Pulles, Water Research Commission Report. Development of Risk Criteria for  
Water Management Aspects of Mine Closure. South Africa: 2015.  
<http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/2127-1-15.pdf>

# 14. CRÉDITOS DE IMÁGENES

**Carátula** / Vista aérea del open pit. Mina Chinchillas, Provincia de Jujuy, 2018. Gentileza de SSR Puna y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 7** / Vista del sector Bajo El Durazno. Mina Alumbreira, Provincia de Catamarca, 2018. Gentileza de la Secretaría de Estado de Minería de Catamarca.

**Página 10** / Planta de procesamiento. Proyecto Cerro Negro, Provincia de Santa Cruz, 2015. Gentileza de Cerro Negro Oroplata S.A. y Secretaría de Estado de Minería de Santa Cruz.

**Página 13** / Vista aérea de zona de construcción de pozas. Proyecto Olaróz, Provincia de Jujuy, 2018. Gentileza de Minera EXAR S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 19** / Monitoreo de flamencos. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy. Gentileza de Minera EXAR S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 21** / Vista aérea de piletas y planta de producción. Proyecto Olaroz, Provincia de Jujuy. Gentileza de Sales de Jujuy y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 25** / Trabajos en el interior de la mina. Proyecto Mina Aguilar, Provincia de Jujuy. Gentileza de Compañía Minera Aguilar S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 34** / Fauna en instalaciones de planta. Proyecto Pirquitas, Provincia de Jujuy. Gentileza de Secretaría de Estado de Minería de Santa Cruz.

**Página 62** / Botadero Bajo el Durazno. Mina Alumbreira, Provincia de Catamarca, 2019. Gentileza de la Secretaría de Estado de Minería de Catamarca.

**Página 63** / Trabajo de monitoreo ambiental participativo. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy. Gentileza de Minera EXAR S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 69** / Vista de pilas. Proyecto Lomada de Leiva, Provincia de Santa Cruz, 2014. Autoría de Pedro Tiberi, gentileza de Secretaría de Estado de Minería de Santa Cruz.

**Página 76** / Llenado de poza para producción. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy, 2018. Gentileza de Minera EXAR S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

---

**Página 81** / Celebración de la Pachamama. Proyecto Olaroz, Provincia de Jujuy, 2018. Gentileza de Sales de Jujuy y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 82** / Capacitación a miembros de comunidades. Proyecto Cauchari-Olaroz, Provincia de Jujuy. Gentileza de Minera EXAR S.A. y Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy.

**Página 88** / Cantera y planta de triturados en Curuzú Cuatiá, Provincia de Corrientes. Gentileza de Promin S.A. e Instituto Correntino del Agua y el Ambiente (ICAA), Provincia de Corrientes.

**Página 93** / Trabajos en cantera de broza, Provincia de Entre Ríos. Gentileza de la Dirección General de Minería de Entre Ríos.

**Página 97** / Planta de procesamiento. Proyecto Don Nicolás, Provincia de Santa Cruz, 2017. Gentileza de la Secretaría de Estado de Minería de Santa Cruz.

**Página 100** / Vista del dique de colas. Mina Alumbraera, Provincia de Catamarca. Gentileza de: Luciana Maia Villalba, Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable, Secretaría de Política Minera de Nación.