



Energía



Ambiente

GUÍA MINERO AMBIENTAL DE EXPLOTACIÓN



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

Omar Andrés Camacho Morales
Ministro de Minas y Energía

Kelly Johana Rocha Gómez
Viceministro de Minas

Violeta María Aguilar Abaunza
Directora de Formalización Minera

Pablo Yesid Fajardo Benítez
Director de Minería Empresarial

Luz Dary Carmona Moreno
Jefe de Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

María Susana Muhamad González
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Sandra Patricia Vilardy Quiroga
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Andrea Corzo Álvarez
Directora de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA

Luis Álvaro Pardo Becerra
Presidente

Jimena Patricia Roa López
Vicepresidente de Seguimiento, Control y Seguridad Minera

María Piedad Bayter Horta
Vicepresidente de Promoción y Fomento

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)

Agradecimientos

La Guía se actualizó con el apoyo de la Cooperación del Gobierno de Alemania, por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, en el marco del Proyecto Materias Primas y Clima "Instrumentos de política climática y medioambiental para promover la extracción de materias primas con bajas emisiones y un uso eficiente de los recursos en los países en desarrollo y emergentes" (MaPriC), en apoyo técnico al gobierno colombiano. Hubo participación del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Agencia Nacional de Minería y la Unidad de Planeación Minero-Energética, con quienes se coordinó y orientó la revisión y actualización de la Guía Minero Ambiental de Explotación, en concordancia con la legislación minera y ambiental vigente.

Los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente y Desarrollo Sostenible, agradecen al consultor de Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Elías Pinto Martínez y los aportes técnicos recibidos. Al doctor Sergio Ruiz Coordinador del Programa Materias Primas y Clima y a Patricia Dávila Pinzón asesora de este programa que durante el año 2020 hasta el 2022 propiciaron y acompañaron esta cooperación.

Aportes Técnicos

2020-2022

Ministerio de Minas y Energía - Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales, Dirección de Minería Empresarial
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana
Agencia Nacional de Minería
Unidad de Planeación Minero-Energética

2023

Ministerio de Minas y Energía
Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales
Oficina Asesora Jurídica
Dirección de Minería Empresarial
Dirección de Formalización Minera
Agencia Nacional de Minería
Unidad de Planeación Minero-Energética
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Diagramación y diseño

GIZ – Puntoaparte

Oficina de Comunicaciones y Equipo Pedagógico Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales Ministerio de Minas y Energía
Oficina de Comunicaciones ANM

Bogotá, 2023

Tabla de Contenido

1	Introducción	5
2	Antecedentes.....	7
3	Ámbito de aplicación de la Guía Minero Ambiental de Explotación	7
4	Instrumentos técnicos geológicos, mineros y ambientales	9
5	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables .	13
6	Inversión forzosa del 1%	16
7	Potenciales impactos que pueden presentarse en el desarrollo de la explotación	16
8	Fichas de manejo ambiental	22
9	Seguimiento ambiental en la explotación por autoridades ambientales	39
10	Seguimiento y fiscalización de los títulos mineros.....	39
11	Anexos.....	39
11.1	Normatividad minera y ambiental.....	40
11.2	Impactos, medidas de manejo, indicadores y ejemplos fichas ambientales.....	40
11.3	Glosario y otros.....	40
12	Apéndices	40
12.1	Determinantes Ambientales a cargo de MinAmbiente	40
12.2	Mecanismos de Formalización Minera	40
13	Bibliografía.....	40

1 Introducción

La presente Guía Minero Ambiental de Explotación, a diferencia de otras guías ambientales¹, fue creada con fuerza de ley a través del Código de Minas en 2001, adoptadas en el 2002 mediante la Resolución 18-0861 emitida por el Ministerio de Minas y Energía. Así, se articularon normas, gestiones y medidas que apoyan el desarrollo de la minería, aplicables a cualquier mineral de cualquier tamaño. Esta guía tiene un enfoque orientador que busca mejorar la planificación y proyección de las actividades mineras durante la explotación, incorporando las mejores técnicas disponibles, las mejores prácticas ambientales y los conceptos de economía circular, entre otros.

Esta guía se establece como un instrumento orientativo; es decir que tiene finalidades complementarias para la elaboración y ejecución del manejo ambiental en la propuesta de los trabajos de explotación, sin perjuicio, de las obligaciones que se impongan en el marco del licenciamiento ambiental para el desarrollo de las actividades de explotación minera. Estas deben ser adaptadas a las particularidades del tipo de proyecto minero, a la clase de mineral, al método de explotación y a su clasificación, aplicables independiente de la magnitud de la minera objeto de explotación (pequeña, mediana, gran minería o las demás clasificaciones establecidas por la autoridad competente). La Guía es útil tanto para el desarrollo de las actividades de explotación y las que se realicen en prerrogativas de explotación; esta se suma a otros instrumentos mineros como los términos de referencia y manuales, establecidos por el Ministerio de Minas y Energía, la Agencia Nacional Minera y el Servicio Geológico Colombiano.

Es importante resaltar que la aplicación de esta guía contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) entre los cuales se destacan fin de la pobreza, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades y producción y consumo responsable, entre otros². De igual forma, contribuye a la aplicación de los principios mineros orientadores como las Prácticas Éticas de Negocios, Gestión del Riesgo, Desempeño Ambiental, Conservación de la Biodiversidad y Desempeño Social, entre otros³.

Es importante resaltar que la actualización de esta guía se sustenta en los avances técnicos y normativos que desde el año 2002 hasta la fecha han adelantado los sectores minero y ambiental para el mejoramiento del desempeño de la actividad minera en el país y se afianza en el marco del cumplimiento de la sentencia del Consejo de Estado proferida el pasado 4 de agosto de 2022, asimismo se basa en las transformaciones del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia, potencia mundial de la vida”.

La mencionada decisión judicial, se sustenta en una visión sistémica, estructural y amparando los derechos colectivos al ambiente sano, el equilibrio ecológico, la defensa del patrimonio público, el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la conservación de las especies animales y vegetales, y la protección de áreas de especial importancia ecológica. Esta sentencia establece: “*ORDENAR al Ministerio de Minas y Energía y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que, en el término de (1) año, contado a partir de la ejecutoria de esta providencia, actualicen las guías minero-ambientales y los términos de referencia con el propósito de ajustarlos a lo dispuesto en el artículo 19 de la ley 1753 de 2015. Estos documentos incluirán un apéndice en el que se definirán determinantes ambientales por tipo de extracción, según sus impactos ambientales específicos.*”, con el propósito de atender los problemas relacionados con: “*(i) el insuficiente ordenamiento territorial minero-ambiental; (ii) la desarticulación institucional, y (iii) las debilidades del modelo de control y fiscalización de los títulos mineros.*” (Acción Popular 2013-02459-01, 2022)

En esta actualización se evidenció la necesidad de redoblar esfuerzos por parte del sector para atender retos de gran envergadura relacionados con la efectiva prevención, mitigación,

corrección y compensación de los impactos sociales y ambientales, con el enfoque de una minería responsable; por tanto, resulta indispensable contemplar acciones para prevenir y manejar los impactos de la intervención humana sobre los ecosistemas, mitigar los efectos sobre la pervivencia étnica, física y cultural de las comunidades y la prevención de los conflictos sociales y culturales. Es así como esta guía se armoniza con los enfoques de la Política Minera Nacional y los lineamientos sectoriales en materia de derechos humanos, género, la estrategia de relacionamiento territorial para una participación significativa y adecuada de las partes interesadas, así como con las políticas de cambio climático y gestión del riesgo.

2 Antecedentes

Desde la adopción de las Guías Minero Ambientales del 2001 a través de la Resolución 180861 de 2002, expedida por el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a la fecha, se han creado o actualizado instrumentos jurídicos y técnicos desde el sector minero y ambiental que apoyan el desarrollo de la minería aplicables a cualquier mineral de cualquier tamaño y buscan mejorar la planificación y proyección de las actividades mineras durante la explotación incorporando mejores técnicas disponibles las mejores prácticas ambientales y los conceptos de economía circular, entre otros.

En las ilustraciones 1 y 2 se muestran los principales hitos en el desarrollo de instrumentos mineros posteriores a la emisión de la Resolución 180861/02.

Ilustración 1. Instrumentos mineros posteriores a la Resolución 180861/02

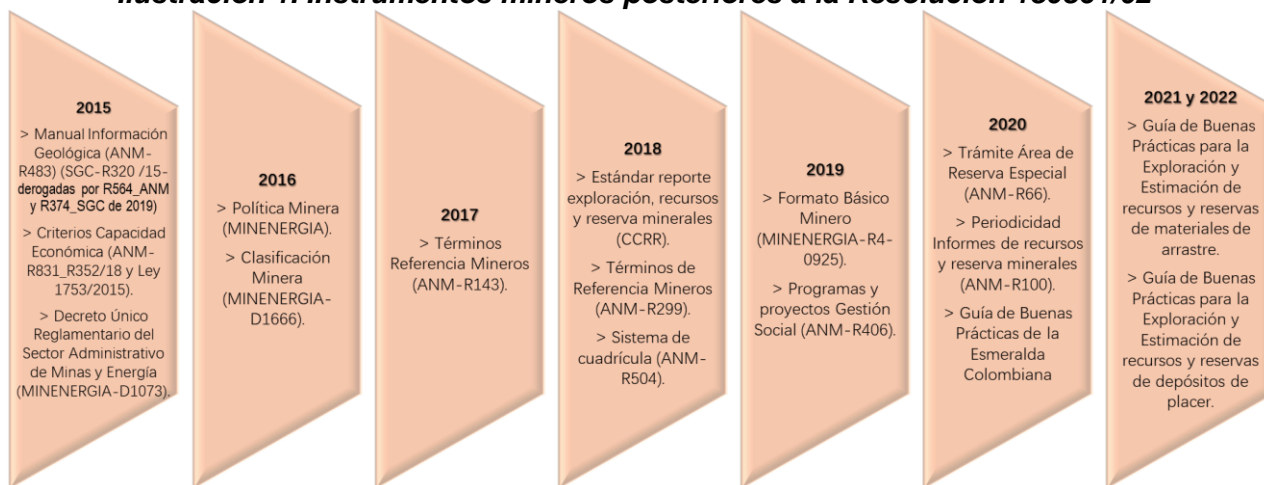


Ilustración 2. Instrumentos ambientales posteriores a la Resolución 180861/02



3 Ámbito de aplicación de la Guía Minero Ambiental de Explotación

La articulación de la guía con los términos de referencia para la elaboración del Programa de Trabajos y Obras (PTO) y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se realiza al final de la

exploración, para lo cual se han de considerar además los términos de referencia y las disposiciones ambientales. Se incluyen instrucciones para el uso de la guía y el rol de autoridad minera, ambiental y territorial, que se presenta de manera esquemática con orientación al minero para su aplicabilidad en la explotación, la fiscalización minera y el seguimiento ambiental.

Ilustración 3. Roles asociados al uso de la Guía minero ambiental de explotación.



Fuente: Elaboración Propia (GIZ) con base en la Ley 685/01 y el Decreto 1076/15.

La *Guía minero-ambiental de explotación* fue establecida como un instrumento adicional a los términos de referencia mineros y ambientales, elaborados y establecidos oficialmente por la ANM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para orientar la elaboración del PTO y el EIA por parte del minero, y su posterior otorgamiento o negación de la licencia ambiental para la explotación minera, que puede incluir el beneficio y transformación, si así lo presenta el peticionario.

En síntesis, el Código de Minas contempla las guías minero-ambientales como un instrumento de consulta obligada y una orientación de carácter conceptual, metodológico y procedimental para la planeación, ejecución y seguimiento, entre otras, en la **explotación**, para elaborar el PTO y el EIA, como los instrumentos minero-ambientales que rigen la explotación minera, con base en los términos de referencia y las guías minero-ambientales, adoptadas por las autoridades minera y ambiental.

Las guías, desde el componente minero, incluyen una orientación de tipo procedimental y técnico, con opciones de mejores prácticas para el desarrollo de la actividad y otras orientaciones técnicas ambientales, relacionadas con mejores prácticas ambientales, que deben ser adaptadas a las particularidades del mineral, método de explotación y a su clasificación para facilitar el desarrollo de los proyectos y cumplir la legislación minera y ambiental.

Específicamente, la finalidad y aplicabilidad de las guías para la etapa de explotación están dadas para complementarse con los términos de referencia mineros y ambientales, donde se detalla el desarrollo de las actividades mineras y la gestión y manejo ambiental en esta etapa, que quedará como compromiso de cumplimiento de la licencia ambiental.

En la guía, las opciones de mejores prácticas ambientales se presentan en forma de fichas de manejo ambiental. Aquí se relacionan los potenciales impactos de las actividades en las fases de explotación, como orientación para precisar en el EIA el PMA con las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación que le aplique.

En principio, se impulsaba a nivel nacional e internacional la producción y las tecnologías limpias. Ahora, además, se promueven la gestión ambiental y social de la minería con menores efectos ambientales, impulsando el uso de mejores técnicas disponibles, mejores prácticas ambientales y principios de economía circular para incentivar la innovación y la generación de valor en sistemas de producción y consumo a través de optimizar, compartir, intercambiar, reciclar y regenerar materiales, agua y energía.

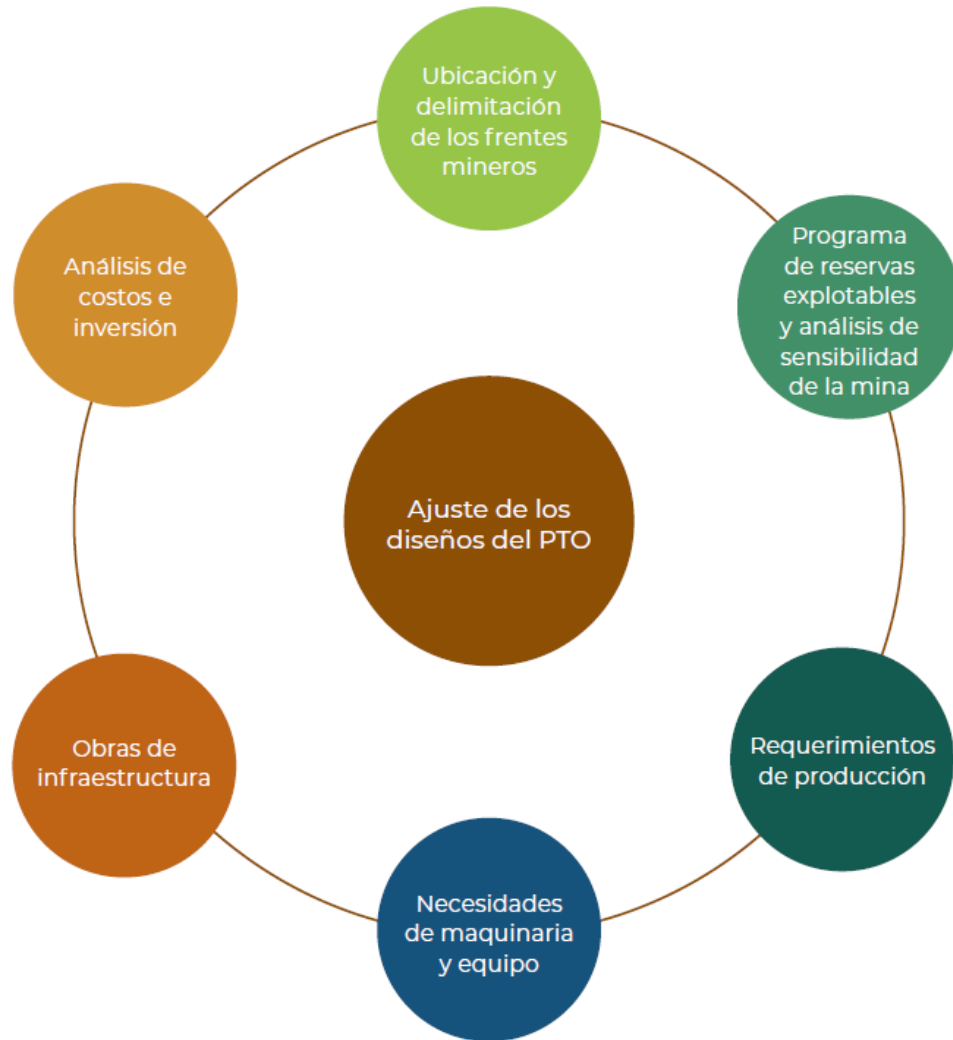
4 Instrumentos técnicos geológicos, mineros y ambientales

De acuerdo con el *Manual de suministro y entrega de la información geológica generada en el desarrollo de actividades mineras* de 2019 del SGC, ANM y Minenergía, en el marco de la Resolución 320 del SGC y 483 de la ANM del 10 de julio de 2015, la información técnica a entregar por parte del titular minero es de tipo geológico y de conocimiento del subsuelo durante las diferentes etapas de ejecución del título, hasta la explotación.

Es importante tener en cuenta que lo establecido en el manual esté conforme con los lineamientos y documentos adoptados por la autoridad minera y que se encuentran vigentes, esto es, términos de referencia para la ejecución de cada una de las etapas del título minero en cualquiera de sus modalidades, el Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Mineras y otros.

Desde lo ambiental, la información sobre planos que se vayan a elaborar deben considerar el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG), de conformidad con lo dispuesto en la Resolución 2182 de 2016, que comprende información del medio abiótico (geología, geomorfología, paisaje, suelos, hidrología, hidrogeología, geotecnia, atmosfera o clima), del medio biótico terrestre y marino (coberturas, ecosistemas, muestreos) y del medio socioeconómico (político-administrativo, económico, sociocultural, arqueología), gestión del riesgo, zonificación ambiental, áreas de conservación y protección ambiental, áreas de reglamentación especial, del proyecto específico, de compensación, inversión del 1 % y de contingencias.

Ilustración 4. Ajuste de los diseños del PTO.



Fuente: elaboración propia con base en la normatividad minera.

Los ajustes de los diseños del PTO consideran la ubicación y delimitación de los frentes de explotación que se proyectan a lo largo del periodo de explotación que pueden ir de manera secuencial, progresiva o simultáneamente. Esto se articula al programa de reservas explotables y análisis de sensibilidad de la mina, con la planeación de los requerimientos de producción, conduciendo a determinar qué maquinaria y equipos se necesitan, con las obras de infraestructura, sus costos e inversiones, como lo muestra la ilustración 5.

Ilustración 5. Apertura y desarrollo de frentes mineros y obras de infraestructura.



Fuente: elaboración propia con base en la normatividad minera.

La apertura y desarrollo de frentes mineros y obras de infraestructuras conlleva a determinar si la extracción se realizará a cielo abierto o será subterránea, con métodos de explotación de acuerdo con el tipo de yacimiento mineral, como Block Caving y Sublevel Caving, comunes para explotación de yacimientos metálicos, infraestructura de apoyo como edificios, patios de acopio, vías, silos, cargue y despacho del mineral, y el servicio de energía necesario, como lo muestra la ilustración 6.

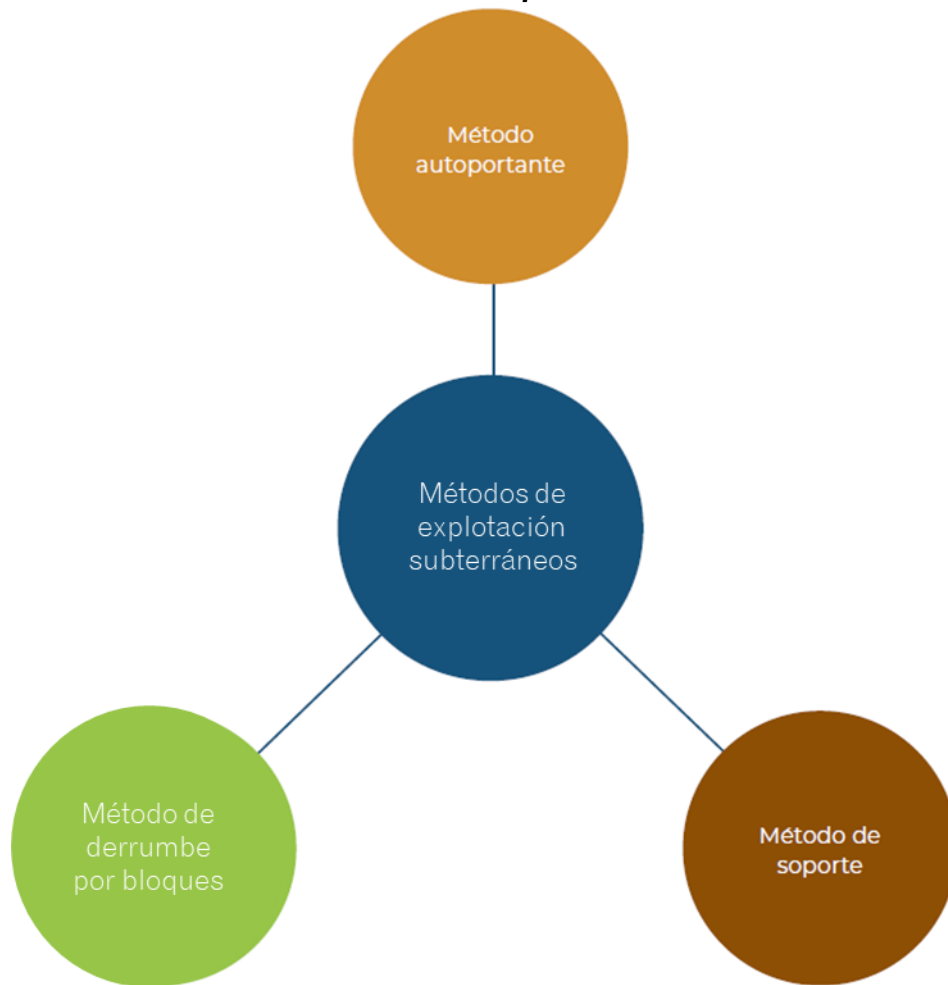
Ilustración 6. Métodos de explotación a cielo abierto.



Fuente: elaboración propia con base en diferentes métodos de explotación.

En la selección de métodos de explotación se pueden considerar, entre otros, los de tajo abierto, de cajón o descubiertos, de contorno, mixtos o especiales, dragados, los cuales se complementan con otros que surgen por la dinámica de las tecnologías, la maquinaria, la geología del yacimiento y los costos, considerando que con su desarrollo tecnológico se busque el mejor aprovechamiento de los recursos minerales, con las menores afectaciones ambientales, como lo muestra la ilustración 7.

Ilustración 7. Métodos de explotación subterráneos.



Fuente: elaboración propia con base en diferentes métodos de explotación.

En la selección de métodos de explotación subterráneos se pueden considerar, entre otros, el autoportante, con soporte y de derrumbe por bloques, los cuales se complementan con otros que surgen por la dinámica de las tecnologías, la maquinaria, la geología y los costos, considerando que con su desarrollo tecnológico se busque el mejor aprovechamiento de los recursos minerales, con las menores afectaciones ambientales, como lo muestra la ilustración 8.

5 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables

En cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales, estos se incluyen en el EIA, y por lo tanto van a quedar autorizados en la licencia ambiental. Por ello en la elaboración del EIA se debe presentar como mínimo la información requerida en los formularios únicos nacionales, diseñados para tal fin.

De acuerdo con la Ley 373 de 1997, “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico” y la Política de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), se debe presentar el programa de ahorro y uso eficiente del agua para las concesiones solicitadas, y para el uso eficiente de la energía.

La gestión minera progresivamente ha venido impulsando el fortalecimiento de la minería, para lo cual ha formulado documentos técnicos orientadores, que complementan y precisan detalles, opciones y recomendaciones, que pueden ser consultadas a través de la web, entre ellas las siguientes:

Ilustración 8. Permisos de uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables.

Permisos y Concesiones



Concesión de agua superficial

Es el Permiso que otorga la Autoridad Ambiental para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales para fines de:

Abastecimiento en los casos que requiera derivación · Riego y silvicultura · Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera de derivación · Uso industrial · Generación térmica o nuclear de electricidad · Explotación minera y tratamiento de minerales · Explotación petrolera · Inyección para generación geotérmica · Generación hidroeléctrica · Generación cinética directa · Flotación de madera · Transporte de minerales y sustancias tóxicas · Agricultura y pesca · Recreación y deportes · Usos medicinales · Otros usos similares



Permiso de Prospección y Exploración de Aguas Subterráneas

Es la Actividad de Prospección y Exploración que incluye perforaciones de prueba en busca de agua subterránea con miras a su posterior aprovechamiento. Los permisos de exploración de aguas subterráneas no confieren concesión para el aprovechamiento de las aguas, pero darán prioridad al titular del permiso de exploración para el otorgamiento de la concesión en la forma prevista en el Decreto Único 1076 de 2015.



Permiso de Emisiones Atmosféricas para Fuentes Fijas

El permiso de emisión atmosférica para fuente fija es el que concede la Autoridad ambiental competente, mediante acto administrativo, para que una persona natural o jurídica, pública o privada, dentro de los límites permisibles establecidos en las normas ambientales respectivas, pueda realizar emisiones al aire. El permiso sólo se otorgará al propietario de la obra, empresa, actividad, industria o establecimiento que origina las emisiones.

Los permisos de emisión por estar relacionados con el ejercicio de actividades registradas por razones de orden público no crean derechos adquiridos en cabeza de su respectivo titular, de modo que su modificación o suspensión, podrá ser ordenada por las Autoridades ambientales competentes cuando surjan circunstancias que alteren sustancialmente aquellas que fueron tenidas en cuenta para otorgarlo, o que ameriten la declaración de los niveles de prevención, alerta o emergencia.



Permiso de vertimiento

Es el permiso para realizar la disposición final de los residuos líquidos, generados en desarrollo de una actividad o servicio, los cuales generan un vertimiento a las aguas superficiales, marinas o al suelo, previo tratamiento y cumplimiento de las normas de vertimientos contempladas en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental 1076 de 2015.



Ocupación de cauces

La construcción de obras hidráulicas, que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere tramitar una solicitud de Permiso de Ocupación de Cauces. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas.



Aprovechamiento forestal

Es el permiso que se otorga para que se realice la extracción de productos maderables de un y comprende desde la obtención hasta el momento de su transformación. De acuerdo con el Artículo 2.2.11.3.1. del Decreto 1076 de 2015, las clases de aprovechamiento forestal son:

Únicos. Los que se realizan por una sola vez, áreas en donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque.

Persistentes. Los que se efectúan con criterios de sostenibilidad y con la obligación de conservar el rendimiento normal del bosque con técnicas silvícolas, que permitan su renovación. Por rendimiento normal del bosque se entiende De su desarrollo o producción sostenible, de manera tal que se garantice la permanencia del bosque;

Domésticos. Los que se efectúan exclusivamente para satisfacer necesidades vitales domésticas sin que se puedan comercializar sus productos.

Actualmente la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, no realiza trámites de aprovechamiento forestal doméstico, los cuales se deben solicitar ante la Autoridad Ambiental competente de su jurisdicción.

Fuente: elaboración propia con base en la normatividad ambiental.

Ilustración 9. Contenido del Programa de Trabajos y Obras con factores modificadores.

Estudio de mercado	- Condiciones de mercado - Proyecciones de mercado - Riesgos de mercado
Planeamiento y diseño de la explotación del mineral	- Alternativas de explotación - Construcción y montaje - Producción - Secuenciamiento
Beneficio y transformación	- Procesos de beneficio y transformación - Factor de recuperación
Infraestructura	- Vial, eléctrica, civil, etc.
Economico	- Evaluación financiera - Proyección económica - Valor Presente Neto (VPN)
Ambiental	- Elaboración EIA - Exclusiones y restricciones (POT, POMCA y otras)
Social	- Formulación del plan de gestión social
Legal	- Condiciones contractuales, servidumbres
Plan de cierre minero	- Componentes mineros y ambientales

Fuente: Elaboración propia con apoyo de la ANM.

6 Inversión forzosa del 1%

7 Potenciales impactos que pueden presentarse en el desarrollo de la explotación

La evaluación de impactos ambientales comprende la identificación de posibles cambios en el medio donde se presentan, positivos o negativos, directos o indirectos; su valoración y jerarquización para formular el manejo ambiental con un enfoque de prevención, mitigación, corrección y compensación, independiente del tipo de mineral, la dimensión de la actividad minera y del lugar dónde se desarrolle.

Se recomienda seguir pasos básicos para la identificación y evaluación de impactos ambientales:

1. Determinación de las actividades del proyecto susceptibles de producir un impacto ambiental
2. Identificación de los factores ambientales o la matriz ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, socioeconómico y cultural) susceptibles de recibir los impactos-
3. Identificación de los impactos ambientales (cambios ambientales)
4. Valoración de impactos para su jerarquización
5. Formulación del plan de manejo ambiental (prevención, mitigación, corrección y compensación)

En la literatura técnica, existen muchos métodos de identificación y valoración de impactos ambientales. De acuerdo con los términos de referencia de la Resolución 2206 de 2016, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA):

“En el estudio se deben detallar las metodologías de evaluación empleadas, los criterios de valoración y la escala espacial y temporal de la valoración. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías, de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos. La metodología utilizada debe facilitar un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario, y la evaluación de impactos debe incluir una discusión sobre las relaciones causales.

Los criterios por considerar para la evaluación cuantitativa y cualitativa pueden ser entre otros: carácter, cobertura, magnitud, duración, reversibilidad, recuperabilidad, periodicidad, tendencia, tipo y posibilidad de ocurrencia.

Para valorar y jerarquizar los impactos, se deben tomar como referencia, según aplique, el riesgo de la construcción y operación del proyecto sobre los diferentes medios y los límites permisibles de los contaminantes definidos en la legislación ambiental; en caso de que no exista regulación nacional para algún parámetro, se debe emplear como referencia legislación internacional.”

Por lo tanto, es el titular quien decide, bajo las particularidades del proyecto, que metodologías aplica.

Ejemplos de métodos utilizables en la identificación y valoración predictiva de los impactos ambientales:

- a. **Método *ad hoc* o de expertos.** Conocido como panel o reunión de especialistas, se refiere a un grupo de trabajo conformado por profesionales y científicos de diferentes disciplinas, que se escogen de acuerdo con las características del proyecto a ser evaluado. Ellos, realizan reuniones técnicas con el fin de, en un tiempo reducido, obtener información sobre los posibles impactos ambientales que produzca el proyecto, basándose en la experiencia profesional de cada experto.
- b. **Listas de chequeo o *checklist*.** Es una relación de factores y parámetros ambientales destinada a servir de guía para quienes elaboran un estudio de impacto ambiental. Hay listas de controles simples que listan los factores ambientales y, algunas veces, los parámetros de medida que se deben utilizar para el cálculo cuantitativo o cualitativo de la magnitud de los impactos. También, las listas de Control Descriptivas ofrecen una orientación para el análisis de los impactos ambientales.
- c. **Redes de interacción.** Se crean para posibilitar la identificación de impactos indirectos y sus interacciones, que son representadas por medio de gráficos o diagramas. En la mayoría de

los casos, cada acción de un proyecto genera más de un impacto, que a su vez provoca una cadena de impactos.

- d. **Matrices de interacción.** Funcionan como listas de chequeo bidimensionales, colocando en las columnas las acciones del proyecto y en las filas los componentes ambientales que pudieran ser afectados por el proyecto. Visualizan la interacción entre actividades e impactos, mostrando cuáles acciones del proyecto podrían producir más impactos.
- e. **Superposición de gráficos.** Cruce de mapas temáticos de áreas que puedan ser afectadas. Se representan individualmente los componentes ambientales, entre otros, los usos del suelo, la geología y la cobertura vegetal.
- f. **Métodos de simulación.** Se desarrollaron bajo la concepción de que los ecosistemas e impactos no son estáticos en el tiempo, así, introducen la variable temporal en el análisis de los impactos. Son modelos matemáticos destinados a representar tanto como sea posible la estructura y el funcionamiento de los sistemas ambientales, explorando a partir de un conjunto de hipótesis y presupuestos los procesos y las relaciones entre los factores físicos, bióticos y culturales ante las alteraciones introducidas por las acciones del proyecto que se va a ejecutar.

Ejemplo de algunos métodos para la valoración de impactos ambientales:

- g. **Matriz de Leopold.** Fue desarrollada en 1971 en el Geological Survey, Estados Unidos, especialmente para proyectos de construcción. Es un método de identificación y evaluación de impactos derivados de la interacción entre el proyecto y el ambiente; es una matriz de doble entrada que considera dentro de sus parámetros de evaluación la clase, la magnitud y la importancia en una escala de 1 a 10, siendo 1 insignificante y 10 la máxima significación. Permite conocer el número de factores afectados por cada una de las acciones (+ o -), el promedio aritmético de los efectos (+ o -), las acciones que causaron mayor impacto y de qué, para así ordenar las acciones. Igualmente, permite conocer el número de acciones que afectan cada factor (+ o -), el promedio aritmético de los efectos (+ o -) y los factores ambientales que recibieron mayor impacto y de qué forma, ya sean de carácter negativo o positivo.
- h. **Método EPM o Arboleda.** Fue desarrollado por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1985, especialmente para proyectos hidroeléctricos, de todas formas, se utiliza para otro tipo de proyectos con resultados favorables. Es un método mixto, pues permite la identificación y la evaluación de los impactos ambientales. Básicamente, se desarrolla desagregando el proyecto en componentes, identificando los impactos y evaluando los impactos por medio de criterios o factores de calificación, que luego se articulan por medio de un algoritmo. Luego se propone una expresión o índice denominado "Calificación ambiental" (Ca), en una escala de 0.1 a 1.0, que se clasifica en muy baja, baja, media, alta y muy alta. Esta se obtiene con base en cinco criterios o factores característicos de cada impacto: clase, presencia, duración, evolución y magnitud.
- i. **Método Conesa.** El ingeniero agrónomo español Vicente Conesa y otros colaboradores formularon en 1993 una metodología para la evaluación del impacto ambiental. Este también es un método mixto que usa una matriz con valoración; evalúa varios parámetros como naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, recuperabilidad e importancia, con lo cual se calcula la importancia de los impactos entre irrelevantes, moderados, severos y críticos.

En cuanto a la gestión del riesgo, este incluye la identificación de eventos amenazantes relacionados con actividades externas o asociadas, considerando información del área de

influencia y las actividades propias de la fase minera en desarrollo. Luego se estiman potenciales áreas de afectación y elementos vulnerables, entre otros: asentamientos humanos, infraestructura social, actividades productivas, bienes de interés comunitario, cuerpos de agua, áreas ambientalmente sensibles, sitios de captación de agua.

Con lo anterior se formula el plan de reducción del riesgo, con sus respectivas medidas preventivas y de mitigación, sean prospectivas, reactivas o correctivas. Estas deben generar medidas en el caso de presentarse una contingencia, con acciones estratégicas, operativas e informativas que conduzcan a determinar prioridades, sitios estratégicos, entrenamiento y capacitación, además de contar con equipos de apoyo.

En el marco del nuevo modelo de licenciamiento, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA ha diseñado un Aplicativo para la presentación del PMA (APMA) en las solicitudes de licenciamiento ambiental de competencia de la ANLA, que asegura la necesaria coherencia entre impactos ambientales, medidas de manejo ambiental para controlarlos, actividades de seguimiento y monitoreo e indicadores de efectividad, así como hacer más eficiente y eficaz el proceso de evaluación y seguimiento por parte de esta Autoridad. Para efectos de la presente guía, se toman algunos elementos de dicho aplicativo como modelo sugerido para la identificación, categorización, manejo y seguimiento de los potenciales impactos ambientales de actividades mineras.

Como parte del aplicativo mencionado se desarrolló una clasificación de impactos, denominada Categorías Estandarizadas de Impactos Ambientales (CEI), las cuales sirven para homologar el nombre y la definición de los impactos identificados y evaluados en los Estudios de Impacto Ambiental - EIA y permiten no solo acotar, sino identificar con mayor facilidad las medidas de manejo que resultan más eficaces para el control de cada categoría, teniendo en cuenta los componentes, efectos y parámetros asociados.

Las CEI que pueden presentarse en el desarrollo de proyectos mineros, las Medidas de Manejo recomendadas para dar tratamiento a dichos impactos y los Indicadores de Efectividad asociados pueden ser consultados en el Apéndice Normativo del presente documento, por otro lado, los detalles del aplicativo de presentación del PMA – APMA puede ser revisados a profundidad en el siguiente enlace: [Aplicativo APMA](#).

A continuación, se presenta un ejemplo práctico, donde identificando una Categoría Estandarizada de Impacto (CEI-06), se asocian las Medidas de Manejo e indicadores de Efectividad recomendados por el aplicativo APMA.

Tabla 1. Categoría Estandarizada de Impacto - CEI

CATEGORÍA ID CEI ESTANDARIZADA MEDIO COMPONENTE DE IMPACTO		DEFINICIÓN	OBJETIVO
CEI_06	Alteración de las condiciones geológicas en profundidad Abiótico Geológico	Alteración de unidades litológicas y/o de rasgos estructurales como consecuencia del incremento de esfuerzos en profundidad y/o la lubricación de zonas de	Prevenir, mitigar, corregir y/o compensar la generación de sobrepresiones que ocasionen fracturamiento de unidades litológicas y/o migración de fluidos

fractura, debido a las actividades de un POA (fracturamiento hidráulico en perforación horizontal, recobro mejorado, inyección, reinyección, embalses, actividades mineras subterráneas a gran escala, entre otros).	que puedan incidir en la generación de eventos sísmicos que generen afectaciones en superficie y que representen amenaza a comunidades, infraestructura y ecosistemas en general.
--	---

Fuente: ANLA 2023. Aplicativo APMA.

Tabla 2. Medidas de Manejo Opcionales para el CEI 6

CEI 6
ALTERACIÓN DE LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS EN PROFUNDIDAD
MEDIDAS DE MANEJO OPCIONALES
<p>Implementar un mecanismo que suspenda automáticamente la actividad de inyección/ reinyección, cuando la presión de fractura alcance el límite establecido para la actividad, con el fin de evitar el fracturamiento de las unidades geológicas.</p> <p>Identificar las causas e implementar las medidas correctivas correspondientes, establecidas en las autorizaciones otorgadas por las entidades competentes.</p> <p>Suspender y/o replantear las actividades de fracturamiento hidráulico en perforación horizontal, inyección, reinyección u otros mecanismos de recobro mejorado, en el caso que se generen eventos sísmicos de magnitud mayor o igual a cuatro (4) en la escala de Richter, cuyo epicentro demuestre estar ubicado dentro del área que determine el Servicio Geológico Colombiano – SGC de manera específica para el proyecto, obra o actividad. Informar oportunamente a la ANLA y a las demás autoridades competentes sobre las acciones correctivas implementadas y la evidencia del éxito de su implementación. Nota: Esta medida es susceptible de modificación y/o ajuste de acuerdo a lo que establezcan al respecto las autoridades competentes.</p> <p>Realizar previo al inicio de las actividades, el levantamiento de las actas de vecindad en las viviendas e infraestructura social, económica y de servicios susceptibles de afectación en el área de influencia de las actividades del proyecto, obra o actividad.</p>
DESCRIPCIÓN DEL SEGUIMIENTO (OPCIONAL)
<p>Realizar monitoreo continuo de presión de fractura durante la ejecución de actividades de inyección/reinyección, para verificar que no se sobrepase el límite de presión de fractura establecido.</p> <p>Realizar monitoreo continuo para verificar que durante las actividades de fracturamiento hidráulico en perforación horizontal, inyección, reinyección u otros mecanismos de recobro mejorado no se generen eventos sísmicos de magnitud mayor o igual a cuatro (4) en la escala de Richter, cuyo epicentro se demuestre estar ubicado dentro del área que determine el Servicio Geológico Colombiano de manera específica para el Proyecto, Obra o Actividad, de acuerdo con la red de monitoreo autorizada. Dichos monitoreos se realizarán durante la ejecución de las actividades del proyecto, obra o actividad y en el tiempo adicional que establezca el SGC. Nota: El seguimiento y monitoreo es susceptible de modificación y/o ajuste de acuerdo a lo que establezcan las autoridades competentes con relación a la medida de manejo.</p> <p>Realizar inspecciones de verificación del estado de las viviendas e infraestructura social, económica y de servicios susceptibles de afectación en el área de influencia de las actividades del proyecto, obra o actividad, cada vez que los sensores de sismicidad registren eventos sísmicos, con el fin de identificar eventuales afectaciones, y diferenciar aquellas atribuibles al desarrollo del proyecto, obra o actividad de acuerdo a lo que establezca el SGC. Dichas inspecciones se realizarán durante la ejecución de las actividades del proyecto, obra o actividad y en el tiempo adicional que establezca el SGC.</p>
PARÁMETROS CLAVE DE SEGUIMIENTO
<p>Presión de fractura</p> <p>Intensidad de eventos sísmicos</p>

Fuente: ANLA 2023. Aplicativo APMA.

Indicadores de efectividad para el CEI 6

CEI – 06: Alteración de las condiciones geológicas de profundidad:

Alteración de las condiciones mecánicas de esfuerzo del macizo rocoso como consecuencia del cambio de las condiciones en profundidad y/o la lubricación de zonas de fractura, debido a las actividades de un POA (fracturamiento hidráulico en perforación horizontal, recobro mejorado, inyección, reinyección, embalses, actividades mineras subterráneas a gran escala, entre otros).

NOMBRE DEL INDICADOR	
Código indicador	CEI_6_IND_01
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Según lo establecido en la licencia ambiental.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	Este indicador representa el número de eventos sísmicos inducidos por las actividades POA con una escala mayor a la definida por el proyecto.
Fórmula de cálculo	$ESI = 0$ <p>ESI: Número de eventos sísmicos inducidos por las actividades POA con una escala mayor a la definida por el proyecto.</p>
Meta	No sobrepasar los límites de la escala sísmica, la cual deberá ser establecida por el proyecto desde la línea base, o desde el momento en que se defina la aplicación del presente indicador.
Interpretación	Resultados iguales a cero indican la no alteración de las condiciones geológicas en profundidad por parte del POA.
NOTAS	
La escala sísmica deberá garantizar que no se generen daños en superficie. Los límites deberán estar debidamente sustentados de acuerdo con las condiciones de la actividad desarrollada y el área donde se desarrolla.	
BIBLIOGRAFÍA	
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021.	

NOMBRE DEL INDICADOR	Vibraciones en superficie atribuibles a las actividades del POA.
Código indicador	CEI_6_IND_02
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Según lo establecido en la licencia ambiental.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	Este indicador representa la velocidad pico de partícula en superficie medida en el sitio del elemento expuesto más cercano, generada por las actividades del POA con un umbral mayor al definido por el proyecto.
Fórmula de cálculo	$VP = 0$ VP: Velocidad pico de partícula en superficie medida en el sitio del elemento expuesto más cercano, generada por las actividades del POA con un umbral mayor al definido por el proyecto.
Meta	No sobrepasar el límite del umbral de la velocidad pico de partícula en superficie, la cual deberá ser establecida por el proyecto desde la línea base, o desde el momento en que se defina la aplicación del presente indicador.
Interpretación	Resultados iguales a cero indican la no alteración de las condiciones geológicas en profundidad por parte del POA.
NOTAS	
El límite deberá garantizar que no se generen daños en superficie y estar debidamente sustentado de acuerdo con las condiciones de la actividad desarrollada, la infraestructura expuesta, el área donde se desarrolla y la norma de referencia empleada.	
BIBLIOGRAFÍA	
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021.	

FUENTE: Adaptado de APMA ANLA 2023

La identificación de impactos y la asignación de medidas de manejo es un ejercicio específico para cada proyecto, que debe ser realizado de manera detallada y concienzuda para garantizar la inclusión de la totalidad de los impactos generados en todas las etapas del proyecto.

8 Fichas de manejo ambiental

A continuación, se plantean fichas para describir las medidas de manejo ambiental que controlan, mitigan, previenen, corrigen o compensan los impactos ambientales de las actividades de la explotación minera, con múltiples opciones. Este precisa que, en la propuesta, el interesado deberá hacer la manifestación expresa de su compromiso de realizar los trabajos de explotación técnica con sujeción a la presente Guía Minero Ambiental, ajustada a las condiciones y características específicas del área solicitada descrita en la propuesta. Además, el artículo 273 del Código de Minas, expedido por la Ley 685 de 2001, indica que la propuesta se podrá corregir o adicionar, si no se ajusta a los términos de referencia de la autoridad minera o a la guía minero ambiental.

PROGRAMA DE MANEJO DE AIRE							
Ficha 1. Manejo de material particulado y gases							
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental para la reducción de las emisiones de material particulado, para cumplir con lo estipulado en la reglamentación ambiental.						
METAS	Cumplir con los niveles máximos permitidos de material particulado de acuerdo con la norma vigente.						
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ul style="list-style-type: none"> - Operación. - Voladuras. - Adecuación y construcción de campamentos. - Utilización y adecuación de accesos. - Disposición de sobrantes. - Utilización y adecuación de vías. - Transporte interno y externo. - Mantenimiento de maquinaria. - Disposición del mineral. 						
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de la calidad del aire. - Afectación de la vegetación (el polvo cubre las estomas de las hojas). - Disminución de la calidad paisajística por disminución de la visibilidad. 						
TIPO DE MEDIDA	Prevención	x	Mitigación	X	Corrección	x	Compensación
LUGAR DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Campamentos. - Zonas de explotación. - Vías. - Tolvas y patios de acopio. - Botaderos. 						
ACCIONES POR DESARROLLAR							
<p>Las acciones por desarrollar se ejecutan en los lugares de aplicación. A continuación, se presentan algunas opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, para alcanzar el objetivo y la meta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Llevar a cabo medidas de mitigación de emisión de partículas, como barreras rompevientos, humectación y cubrimiento de pilas de material de la explotación, implementación de inyectores de agua e instalación de captadores de polvo. - En la zona de disposición de sobrantes, las medidas que se pueden utilizar son: instalación de pantallas rompevientos, generación de cercas vivas, empleo de estabilizadores. - En las vías de acceso se pueden realizar: riego regulado para minimizar el levantamiento de material particulado, instalación de reductores de velocidad vehicular y repoblamiento vegetal de áreas adyacentes. - En los patios de acopio, tolvas y botaderos, generar un sistema de riego por dispersión o por cañón. - Realizar un adecuado mantenimiento preventivo de los motores. - Capacitación a todo el personal de la mina y a contratistas sobre las medidas de manejo ambiental de la emisión de material particulado. - En cumplimiento de lo dispuesto por la normatividad vigente, las volquetas que transportan material deberán poseer dispositivos protectores, carpas o coberturas de material resistente, 							

PROGRAMA DE MANEJO DE AIRE

Ficha 1. Manejo de material particulado y gases

debidamente asegurados al contenedor, de manera que se eviten, al máximo posible, regueros y el escape de dichos materiales al aire.

- Todas las volquetas deben tener en su carrocería los contenedores o platonos apropiados, con el fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de forma que se evite el derrame o pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo anterior, el contenedor o platón de estos vehículos debe cubrirse con una estructura continua que en su contorno no tenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.
- Todos los vehículos contarán con su certificado vigente de análisis de gases.
- Para evitar regueros de material proveniente de la compuerta de la carrocería de las volquetas, asegurar su hermetismo con un aislamiento resistente, como sellos neumáticos.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Entre otras tecnologías se plantean las siguientes opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada para alcanzar el objetivo y la meta:

- Construcción de barreras rompevientos o cercas vivas en las zonas donde exista mayor generación de material particulado (polvo).
- Regulación de la velocidad vehicular.
- Transporte confinado del material que se va a transportar.
- Dispositivos protectores, carpas o coberturas para los platonos y utilización de sellos neumáticos en las compuertas del vehículo de transporte.
- Carrotanque para el riego de vías, con flautas u otro sistema de riego.
- Capacitación sobre las medidas de manejo ambiental de la emisión de material particulado.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con experiencia en gestión y manejo de impactos en aire

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar verificación de las medidas presentadas para manejo del material particulado y gases.
- Monitoreo de cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto a límites permitidos sobre gases y material particulado.
- Verificar la ejecución de medidas, acciones y tecnologías planteadas en el manejo ambiental de material particulado y gases.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas.
- Establecer indicadores de verificación de ejecución de las acciones de manejo ambiental y de logro de la meta y el objetivo de la ficha.
- Verificar el cumplimiento de las acciones de manejo ambiental, de la meta y del objetivo, con indicadores de gestión y de resultados.

INDICADOR

PROGRAMA DE MANEJO DE AIRE

Ficha 1. Manejo de material particulado y gases

NOMBRE DEL INDICADOR	Reducción de emisión de gases y/o material particulado
Código indicador	CEI_1_IND_02
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Según lo establecido en la licencia ambiental.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	Este indicador representa la tasa de reducción de las emisiones de gases y/o material particulado en términos de porcentaje, calculada a partir del monitoreo y/o estimación de las emisiones de las fuentes fijas puntuales, fuentes dispersas de área y/o fuentes móviles con las que cuente el POA con y sin sistemas de control.
Fórmula de cálculo	$\%IRC = \left(\frac{\sum Esci - \sum Eccci}{\sum Esci} \right) * 100$ <p>%IRC: Índice de reducción de contaminantes. Esci: Tasa de emisiones sin sistemas de control por contaminante en un periodo (masa/tiempo). Eccci: Tasa de emisiones con sistemas de control por contaminante en un periodo (masa/tiempo).</p>
Meta	Dar cumplimiento al porcentaje de reducción establecido por el proyecto desde la línea base. Dicho porcentaje deberá garantizar que las emisiones del proyecto no
	alteren significativamente los niveles de inmisión de gases y/o material particulado y deberán estar debidamente sustentados.
Interpretación	Valores cercanos al 100% indican mayor reducción de las emisiones de gases y/o material particulado.
NOTAS	
Aplica para cualquier proyecto licenciado que requiera de monitoreo y/o estimación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas puntuales, fuentes dispersas de área y/o fuentes móviles, en cualquiera de sus fases (construcción, operación y mantenimiento y/o desmantelamiento y abandono).	
BIBLIOGRAFÍA	
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021.	

NOTA: Para acceder a más indicadores de efectividad consultar: anla.gov.co

Fuente: adaptado de las guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015.

PROGRAMA DE MANEJO DE AGUA

Ficha 2. Manejo de aguas residuales de mina.

OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la reducción de la contaminación producida por las aguas superficiales que han estado en contacto con los yacimientos del mineral y zonas de disposición de sobrantes.							
METAS	Cumplir con la normatividad ambiental sin exceder los límites permitidos, con respecto a los vertimientos.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ul style="list-style-type: none"> - Operación. - Apertura de túneles. - Descarga de aguas ácidas de mina. - Aguas que entran en contacto con los sobrantes. - Aguas de lavado de maquinaria, vehículos y equipos que generan aceites, grasas y solventes. 							
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Acidificación de ríos y humedales por lo tanto cambio en la calidad físico-química. - Alteración de aguas subterráneas. - Sedimentación de ríos y humedales. - Contaminación de ríos y humedales con grasas, aceites, solventes y vertimientos. 							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Mitigación	x	Corrección	x	Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - En zonas de disposición de sobrantes. - Talleres de mantenimiento de maquinaria. - Frentes de explotación. 							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Las acciones por desarrollar se ejecutan en los lugares de aplicación. A continuación, se presentan algunas opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, para alcanzar el objetivo y la meta:

- Medir el pH de aguas de mina.
- Control del pH de aguas ácidas.
- Realizar sedimentación en pozas.
- El botadero de sobrantes debe contar con un sistema de recolección y tratamiento de las aguas de escorrentía con sedimentación antes de que estas sean vertidas a un cuerpo de agua o de su infiltración en el suelo.
- Si se dispone de un sitio de almacenamiento, temporal o definitivo, es necesario contar con un sistema de recolección y tratamiento de aguas de escorrentía que hayan entrado en contacto con el mineral antes de ser vertidas a un cuerpo de agua o de infiltrarlas en el suelo.
- Las aguas de escorrentía que hayan pasado sobre materiales sobrantes y las provenientes de los drenajes mineros deben ser interceptadas y conducidas a sistemas de tratamiento mediante canales impermeabilizados.
- Estos sistemas de tratamiento deben tener revisión y mantenimiento periódicos para evitar fugas, infiltraciones o colmatación.
- Se deben retirar frecuentemente los sedimentos de las pocetas de neutralización y de los sedimentadores, para evitar su colmatación.
- Debe tenerse en cuenta que el vertimiento no afecte captaciones para consumo humano, riego o abrevaderos, ni aguas subterráneas.

PROGRAMA DE MANEJO DE AGUA

Ficha 2. Manejo de aguas residuales de mina.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Entre otras tecnologías se plantean las siguientes opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada para alcanzar el objetivo y la meta:

- Para el tratamiento de las aguas ácidas de minería, es necesario aplicar una técnica de neutralización de acidez. La técnica más utilizada es la aplicación de cal por su bajo costo y alta eficiencia.
- La técnica de neutralización se realiza en cinco etapas: homogenización, mezcla de la cal, aireación, sedimentación y disposición final del lodo de desecho, que se debe adaptar a las particularidades de las aguas de la mina.
- Para facilitar el tratamiento, es conveniente que el bombeo del agua de la mina se realice en forma constante y que el almacenamiento tenga capacidad de contener el volumen de agua producido de por lo menos tres días de operación.
- Si se agrega la cal en suspensión líquida, se hace necesario un sistema de alimentación, compuesto por una bomba que alimenta y un dosificador que inyecta la cal al agua.
- También se puede adicionar cal seca hidratada en el almacenamiento, eliminando así el sistema de alimentación.
- Para el tratamiento de los sólidos en suspensión, se pueden utilizar sedimentadores a gravedad, mediante el almacenamiento temporal del agua en pozos, tanques o lagunas de sedimentación.
- El tratamiento de los sólidos disueltos y la estabilización del pH se obtiene con la aireación de las aguas para favorecer su oxidación, circulando el agua en pendientes con cascadas, utilizando lechos de roca de diferentes tamaños. La estabilización del pH se realiza utilizando como lecho rocas calizas.
- Una manera de evitar la formación de drenajes ácidos, como consecuencia del contacto del agua con materiales reactivos, es cubriendo y aislando dichos materiales por medio de cobertura o sellos de baja permeabilidad, como suelos de textura fina (arcillas o limos) y materiales sintéticos.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con experiencia en gestión y manejo de impactos en agua.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar verificación de las medidas presentadas para manejo de aguas ácidas.
- Monitorear el cumplimiento de la normatividad ambiental en cuanto a vertimientos de la Resolución 631 de 2015.
- Llevar el registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas.
- Establecer indicadores de verificación de ejecución de las acciones de manejo ambiental y de logro de la meta y el objetivo de la ficha.
- Verificar la ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteadas en el manejo ambiental de vertimientos.
- Verificar el cumplimiento de la meta y del objetivo con indicadores de gestión y de resultados.

INDICADOR

PROGRAMA DE MANEJO DE AGUA

Ficha 2. Manejo de aguas residuales de mina.

NOMBRE DEL INDICADOR	Carga contaminante
Código indicador	CEI_12_IND_01
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Según lo establecido en la licencia ambiental.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	Este indicador representa la variación de la carga contaminante para los parámetros de calidad fisicoquímicos, microbiológicos y/o hidrobiológicos monitoreados en los cuerpos de agua superficial afectados por el POA.
Fórmula de cálculo	$\Delta CC_{n\ i} = \left(\frac{CC_{n\ ab\ i} - CC_{n\ ar\ i}}{CC_{n\ ar\ i}} \right) * 100$ $CC_n = Conc_n * Q$ <p> $\Delta CC_{n\ i}$: Variación de la carga contaminante para el parámetro n en la época i. $CC_{n\ ab\ i}$: Carga contaminante del parámetro n monitoreado en el periodo de reporte para la época i, aguas abajo del punto de intervención / aprovechamiento / afectación. $CC_{n\ ar\ i}$: Carga contaminante del parámetro n monitoreado en el periodo de reporte para la época i, aguas arriba de la intervención / aprovechamiento / afectación. CC_n: Carga contaminante para el parámetro n. $Conc_n$: Concentración del parámetro n en relación con el volumen de la muestra (g/m³). Q: Caudal (m³/seg). n: Parámetro de calidad. i: Época seca, húmeda o de transición. </p>
Meta	No alterar las concentraciones medidas aguas arriba de la intervención / aprovechamiento / afectación que impidan la destinación del recurso para los usos establecidos.
Interpretación	Un valor positivo en el resultado del indicador corresponde a un incremento del resultado del parámetro, mientras que un cambio negativo una disminución.
NOTAS	
Aplica para cualquier proyecto licenciado que requiera de monitoreo físico, químico, microbiológico y/o hidrobiológico de las aguas superficiales en cualquiera de sus fases (construcción, operación y mantenimiento y/o desmantelamiento y abandono).	
BIBLIOGRAFÍA	
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021.	

NOTA: Para acceder a más indicadores de efectividad consultar: (anla.gov.co)

Fuente: adaptado de las guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015.

PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS							
Ficha 3. Manejo de sobrantes.							
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ocasionados por la disposición y manejo de sobrantes.						
METAS	Disposición técnica de sobrantes en retrolenado, estabilización, disposición segura, no intervención de cuerpos de agua con sobrantes, ni zonas pobladas ni en zonas de obras públicas.						
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición de sobrantes. - Manejo y transporte de sobrantes. - Ocupación de zonas con sobrantes en laderas inestables. - Cuerpos de agua influenciados por disposición de sobrantes. 						
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de uso de suelo de zonas con sobrantes. - Contaminación de cuerpos de agua por aguas con sedimentos de las zonas de sobrantes. - Desprendimientos, deslizamientos y remociones en masa de las zonas de disposición de sobrantes. - Degradación estética del paisaje. - Contaminación del suelo y la vegetación con lixiviados de los sobrantes. 						
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Mitigación	x	Corrección	x	Compensación
LUGAR DE APLICACIÓN	Zonas de disposición de sobrantes y áreas de retrolenado.						
ACCIONES POR DESARROLLAR							
<p>Las acciones por desarrollar se ejecutan en los lugares de aplicación. A continuación, se presentan algunas opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, para alcanzar el objetivo y la meta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retrolenado de zonas explotadas. - Selección de sitio de disposición de sobrantes con estabilidad geotécnica (capacidad portante y análisis de efectos locales si aplica), de baja fertilidad agropecuaria y de bajo potencial de conflictos. - Predeterminar el uso de suelo de las zonas de disposición de sobrantes, una vez cumpla su vida útil. - Construcción de drenajes internos que recojan las aguas infiltradas en zonas de disposición de sobrantes. - Conformación de zonas de disposición de sobrantes de acuerdo con la topografía. - Construcción de canales de recolección y conducción de aguas de escorrentía en coronas y patas de zonas de disposición de sobrantes. - Mantenimiento continuo de zonas de disposición de sobrantes, detectando y reparando las grietas que se presenten. - Protección externa con barreras vivas y con la revegetalización de la zona contigua. Es importante considerar si existe para la zona el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca Hidrográfica (POMCA), y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento. - Establecimiento de cobertura vegetal en zonas de disposición de sobrantes. - Ubicación alejada de núcleos poblacionales, bocatomas de acueductos y otras obras públicas. 							

PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS

Ficha 3. Manejo de sobrantes.

- El tamaño y la forma de las escombreras se determinarán por el volumen del estéril que sobre del retrolenado y por su estabilización.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Entre otras tecnologías se plantean las siguientes opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada para alcanzar el objetivo y la meta:

- La primera opción es realizar retrolenado de zonas explotadas.
- Si se llegan a requerir de manera temporal o definitiva otras zonas para disposición de sobrantes, se pueden considerar varios tipos de conformación para dicha disposición: fases adosadas, dique de pie o de pata y fases superpuestas, de acuerdo con las condiciones de estabilización del terreno:
 - Fases adosadas: proporcionan factores de seguridad mayores, al conformarse con taludes medios finales más bajos. La altura media total puede suponer una limitación, por consideraciones prácticas de acceso a los niveles inferiores.
 - Dique de pie o de pata: se utiliza cuando los sobrantes presentan características litológicas y geotécnicas diversas. Consiste en la construcción de un dique en el pie o pata de la escombrera con los materiales más gruesos y resistentes, para que actúen como un muro de contención.
 - Fases superpuestas: con este sistema se logran disminuir los taludes finales y se consigue mayor compactación de los materiales, otorgándoles más estabilidad.
- El procedimiento de disposición de sobrantes determina en gran medida el método de construcción o desarrollo de la zona de disposición de sobrantes. Se deben insertar desde las fases tempranas de diseño los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de sobrantes, para prevenir y mitigar los impactos propios de la actividad.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Persona con experiencia en gestión y manejo de impactos en suelo.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar verificación de las medidas presentadas para manejo de sobrantes.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas.
- Establecer indicadores de verificación de ejecución de las acciones de manejo ambiental y de logro de la meta y el objetivo de la ficha.
- Verificar la ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteadas en el manejo ambiental de los sobrantes.
- Verificar el cumplimiento de la meta y del objetivo con indicadores de gestión y de resultados.
- Realizar observaciones visuales para detectar grietas, escarpes y abombamientos. Las grietas y los escarpes son indicadores de un asentamiento normal de los vertederos y son útiles para estudiar la correcta ubicación de los instrumentos de monitoreo, el trazado de las vías de los camiones y el control de la infiltración del agua. Los abombamientos, por su parte, revelan problemas de estabilidad; estos pueden presentarse tanto en la corona como en el pie de las

PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS

Ficha 3. Manejo de sobrantes.

escombreras, siendo estos últimos indicadores de deformaciones a gran escala. Todas las roturas de escombreras vienen precedidas de un abombamiento del pie.

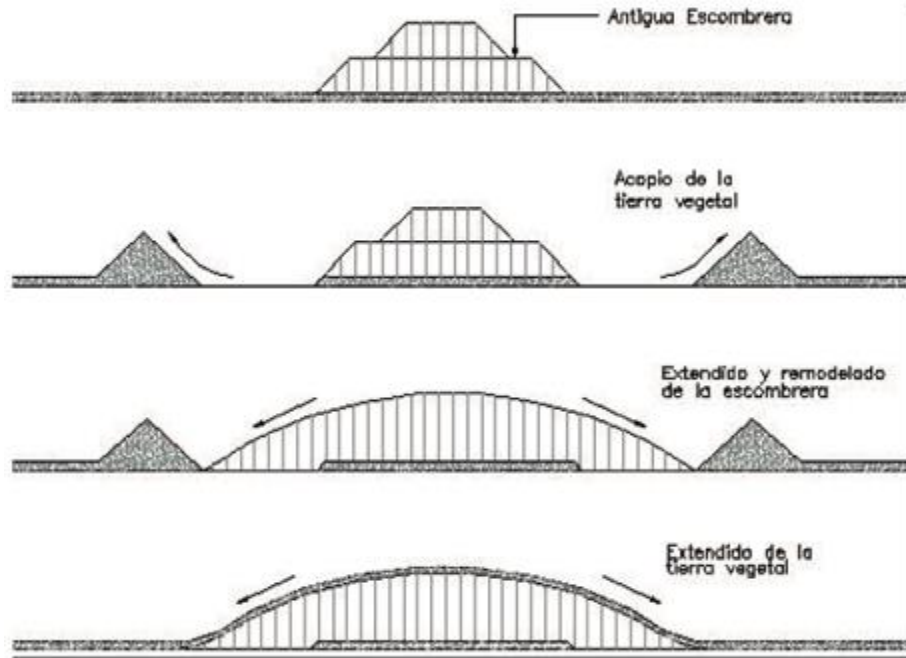
- Donde se vaya terminando la zona de la disposición de sobrantes, verificar las acciones de repoblamiento vegetal que controlen los procesos erosivos y mejoren la calidad del agua de escorrentía. La autoridad ambiental regional competente podrá sugerir especies adecuadas y eficientes para realizar el repoblamiento vegetal.

INDICADOR

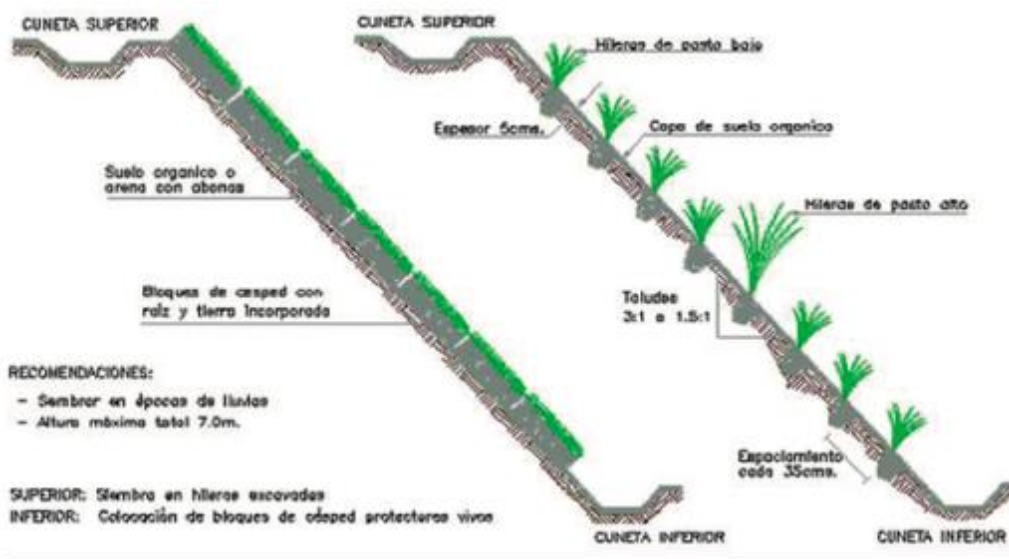
NOMBRE DEL INDICADOR	Áreas intervenidas estabilizadas
Código indicador	CEI_8_IND_01
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Cada periodo reportado en el Informe de Cumplimiento Ambiental – ICA.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	Este indicador representa del total de áreas intervenidas y/o afectadas por las actividades del POA, el porcentaje de las que son estabilizadas.
Fórmula de cálculo	$\%AICE = \left(\frac{AIE}{TAI} \right) * 100$ <p>%AICE: Áreas intervenidas que se encuentren en condiciones de estabilidad. AIE: Áreas intervenidas estabilizadas. TAI: Total de áreas intervenidas y/o afectadas con las actividades del POA que requieran actividades de estabilización.</p>
Meta	Mantener el 100% de las áreas intervenidas por el POA en condiciones de estabilidad.
Interpretación	Un valor inferior al 100% en el resultado indica que no se estabilizaron el total de las áreas intervenidas que requieren de dicha actividad.
NOTAS	
Aplica para cualquier proyecto licenciado que implique cambios en las condiciones de estabilidad del terreno y/o los macizos rocosos, en cualquiera de sus fases (construcción, operación y mantenimiento y/o desmantelamiento y abandono).	
BIBLIOGRAFÍA	
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021.	

NOTA: Para acceder a más indicadores de efectividad consultar: anla.gov.co

Fuente: adaptado de guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015.



Sistema de manejo de estériles. Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España. Tomado de: Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería, Bradshaw, A. D., 1980.



Revegetación

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España. Tomado y adaptado de: Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería, Bradshaw, A. D., 1989.

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA

Ficha 4. Manejo de flora y fauna.

OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la minimización de los impactos ambientales que ocasiona la explotación minera sobre las comunidades de fauna silvestre y flora.							
METAS	Rehabilitación de zonas intervenidas para el retorno de fauna y manejo de flora, para llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema previo, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.							
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de cuerpos de agua. - Transporte de maquinaria y vehículos. - Construcción de obras para la explotación. - Perforación y voladura. - Disposición de sobrantes. 							
IMPACTO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento de fauna. - Cambios en la composición de la fauna silvestre y la flora. - Modificación de hábitats naturales. - Cambio en la cobertura vegetal. - Degradación de suelos. 							
TIPO DE MEDIDA	Prevención		Mitigación	x	Corrección		Compensación	
LUGAR DE APLICACIÓN	En la zona de explotación e infraestructura asociada.							

ACCIONES POR DESARROLLAR

Las acciones por desarrollar se ejecutan en los lugares de aplicación. A continuación, se presentan algunas opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, para alcanzar el objetivo y la meta:

- Reducir la intervención en el bosque.
- Realizar podas en vez de talas de árboles.
- Realizar revegetalización y reforestación de zonas intervenidas.
- Rescate de individuos vegetales (semillas y plántulas) y animales (aves, anfibios, reptiles y mamíferos) para la realización de los procesos de recuperación de la flora y fauna.
- Manejo de suelos con revegetalización con énfasis en especies nativas, tanto herbáceas, como arbustivas y arbóreas. Es importante considerar si existe establecido para la zona de explotación, el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca Hidrográfica (POMCA), y de esta manera realizar la recuperación de la zona considerando los lineamientos en el instrumento establecido.
- Las charcas y pocetas que presentes deben retrollenarse y nivelarse para evitar la presencia de plagas.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Entre otras tecnologías se plantean las siguientes opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada para alcanzar el objetivo y la meta:

- Elaboración de la zonificación de las áreas de protección como bosques y refugios de fauna.

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA

Ficha 4. Manejo de flora y fauna.

- Identificación de especies de flora y fauna propias del área de influencia del proyecto y las existentes en el área de explotación.
- Realizar un programa de educación ambiental, con respecto al conocimiento y la importancia de protección de la flora y la fauna.

PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO

Personal con conocimientos y experiencia en manejo de flora y fauna.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar verificación de las medidas presentadas para manejo de fauna y flora.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas.
- Establecer indicadores de verificación de ejecución de las acciones de manejo ambiental y de logro de la meta y el objetivo de la ficha.
- Verificar la ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteadas en el manejo ambiental de fauna y flora.
- Verificar el cumplimiento de la meta y del objetivo con indicadores de gestión y de resultados.

INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR	Tasa de Mortalidad
Código indicador	CEI_19_IND_02

PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA

Ficha 4. Manejo de flora y fauna.

IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Anual o según lo aprobado en IMC
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	La mortalidad se expresa como la cantidad o porcentaje de individuos que mueren después de un periodo de tiempo determinado. (Tuezta et al., 2018)
Fórmula de cálculo	<p>Se realiza el cálculo de la mortalidad para las especies usadas para la revegetalización/reforestación según el PMA y se obtiene el promedio de mortalidad, así:</p> $m = \left[\frac{\ln \left(\frac{N_0}{N_s} \right)}{t} \right]$ <p>Donde:</p> <p>m = tasa anual de mortalidad en % N₀ = Número de individuos al final del inventario N_s = Número de individuos sobrevivientes t = intervalo de tiempo ln = logaritmo natural</p>
Meta	Mantener en menos del 5% la tasa de mortalidad en las áreas intervenidas por el POA
Interpretación	m = 0; La especie no sufrió mortalidad en el periodo de tiempo m > 0; la especie sufrió mortalidad de individuos
NOTAS	
<p>Las mortalidades debajo del 5% anual son consideradas "mortalidades de trasfondo" y no son consideradas producto de fuertes perturbaciones, son normalmente causadas por eventos pequeños que ocasionan cambios graduales en el bosque (Quinto et al. 2009).</p> <p>Las "mortalidades catastróficas" son, en general, mayores al 5% anuales y son producto de fuertes perturbaciones en el bosque.</p> <p>La tasa de mortalidad está relacionada con la tasa de reclutamiento "r"; estos dos indicadores permiten establecer el progreso hacia las metas de restauración/rehabilitación/recuperación para el área intervenida.</p> <p>Entonces:</p> <p>r – m < 0; la población de la especie s está reduciendo el número de individuos r – m = 0; la población de la especie s mantiene el número de individuos r – m > 0; la población de la especie s está aumentando el número de individuos</p> <p>Teniendo en cuenta que el levantamiento del 100% de las áreas puede requerir grandes esfuerzos logísticos y financieros, es fundamental que el solicitante cuente con una adecuada metodología para la selección de puntos para el inventario dentro de las áreas de intervención, compensación e inversión del 1%, esto con el fin de asegurar que los datos levantados permitan tener una buena aproximación a la efectividad de las medidas de manejo.</p>	
BIBLIOGRAFÍA	
<p>Tuezta, J.G. y Rodriguez, C.R. (2018) Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque secundario tardío del valle de Chanchamayo, Perú. Revista Forestal del Perú. 33 (1). pp 42 – 51.</p> <p>Lima Quinto, H; Rengifo, R y Ramos, Y. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). Revista Facultad Nacional de Agronomía. (62)1. Pp 4855-4868. Medellín</p>	

NOTA: Para acceder a más indicadores de efectividad consultar: anla.gov.co

Fuente: adaptado de las guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015.

PROGRAMA SOCIAL						
Ficha 5. Contratación de la mano de obra.						
OBJETIVO	Aplicar las medidas de manejo ambiental hacia la vinculación de las comunidades del lugar en las obras y actividades inherentes al desarrollo de la explotación.					
METAS	Contratación de personal calificado y no calificado local.					
ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO	Relaciones del proyecto con la comunidad.					
IMPACTO AMBIENTAL	Vinculación de la comunidad y establecimiento de mecanismos de selección de personal.					
TIPO DE MEDIDA	Prevención	x	Mitigación	x	Corrección	Compensación
LUGAR DE APLICACIÓN	Área de influencia del proyecto.					
ACCIONES POR DESARROLLAR						
<p>Las acciones por desarrollar se ejecutan en los lugares de aplicación. A continuación, se presentan algunas opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación minera, a la dimensión de los impactos y a la sensibilidad ambiental de la zona influenciada, para alcanzar el objetivo y la meta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinación de las necesidades de mano de obra, con base en los requerimientos de cada actividad propia de la explotación minera. - Divulgación de las necesidades de mano de obra que puedan ser cubiertas por personal de la zona. - Se recomienda tratar el tema de contratación de personal en reuniones con la comunidad y con sectores organizados de la misma (Juntas de Acción Comunal, Cooperativas y otro tipo de organización local comunitaria). También es recomendable asesorarse de las autoridades locales y de la personería municipal. - Preferir la contratación de personal agremiado en grupos asociativos. - La contratación de personal no calificado para la realización de las diversas labores de apoyo debe darse prioritariamente con personal local. 						
TECNOLOGÍAS POR UTILIZAR						
<p>Entre otras tecnologías se plantean las siguientes opciones para el manejo ambiental, que se adaptarán al tipo de explotación, dimensión de los impactos y la sensibilidad ambiental de la zona influenciada para alcanzar el objetivo y la meta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informar a la comunidad sobre los requerimientos de mano de obra del proyecto y consultar con los representantes y autoridades locales sobre la disponibilidad de mano de obra. - Usar mecanismos transparentes de contratación de personal, dando prelación a la población local y de la región. 						
PERSONAL TÉCNICO DE APOYO SUGERIDO						
Personal directivo y administrativo del proyecto.						

PROGRAMA SOCIAL

Ficha 5. Contratación de la mano de obra.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Realizar verificación de las medidas presentadas para manejo de contratación de mano de obra.
- Llevar registro administrativo (costos ambientales de implementación) y fotográfico de las actividades realizadas.
- Establecer indicadores de verificación de ejecución de las acciones de manejo ambiental y de logro de la meta y el objetivo de la ficha.
- Verificar la ejecución y logro de medidas, acciones y tecnologías planteadas en el manejo ambiental de contratación de mano de obra.
- Verificar el cumplimiento de la meta y del objetivo con indicadores de gestión y de resultados.

INDICADOR

NOMBRE DEL INDICADOR	Generación y/o incremento de conflictos ambientales
Código indicador	CEI_25_IND_01
IDENTIFICACIÓN DEL INDICADOR	
Periodicidad	Según lo establecido en la licencia ambiental y/o en cada periodo de seguimiento
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	
Definición	<p>El conflicto ambiental está relacionado, entre otros, con:</p> <ul style="list-style-type: none">i. Cambio en el acceso, uso, distribución y conservación de recursos naturales: afectaciones por acceso, reducción de uso, limitaciones en la distribución y/o riesgos en la conservación de recursos naturales como agua superficial, agua subterránea, paisaje, contaminación por ruido, atmosférica, entre otrosii. Cambio en la organización comunitaria: quejas de dificultades de relacionamiento entre comunidades (dentro de la vereda o entre veredas, p.ej.); falta de representatividad en liderazgos sociales, exigibilidad de reconocimiento como líder de comunidad (nuevos liderazgos, puede ser un nuevo demandante de acciones a la empresa en representación de un grupo o sector de vereda).iii. Cambio en los lazos de interrelación en sus tradiciones o estilos de vida: relacionados con pérdida de lazos culturales; tradiciones artísticas y sociales; llegada de influencias de comunidades externas

PROGRAMA SOCIAL

Ficha 5. Contratación de la mano de obra.

	<ul style="list-style-type: none"> iv. Ausencia de las instancias y mecanismos de participación: solicitud de espacios de encuentro, discusión y dialogo para resolver conflictos. i. Generación de expectativas: solicitudes de apoyo – patrocinio de acciones de interés de las comunidades; exigencias de indemnizaciones o compensaciones ante una afectación generada por POA ii. Ausencia o debilidad de mecanismos de comunicación y/o flujos de información iii. Formas de relacionamiento entre personal vinculado al POA y la comunidad iv. Niveles de contratación de personal, bienes y servicios del POA relacionados con su área de influencia
Fórmula de cálculo	
Meta	Mantener o mejorar las condiciones de conflictividad de línea base, en el área de influencia
Interpretación	
NOTAS	
<p>Se consulta la información reportada por el Usuario en el ICA,³ se complementa y contrasta con los datos generados por el Aplicativo de denuncias ANLA y el formato estandarizado de seguimiento de PQR, para realizar análisis de incremento, repetición y/o acumulación de PQR asociadas a las CEI del POA</p> <p>Se relacionan los resultados con la información del Tablero de control de Estandarización y Jerarquización para identificar problemas de impactos acumulativos</p> <p>Se tienen en cuenta tutelas, acciones populares y de grupo; así como vías de hecho (plantones, marchas, bloqueo de vías), en el área de influencia del POA</p>	
BIBLIOGRAFÍA	
<p>2021. ANLA. Propuesta de definición y métodos de caracterización de conflictos socioambientales. Bogotá D.C.</p>	

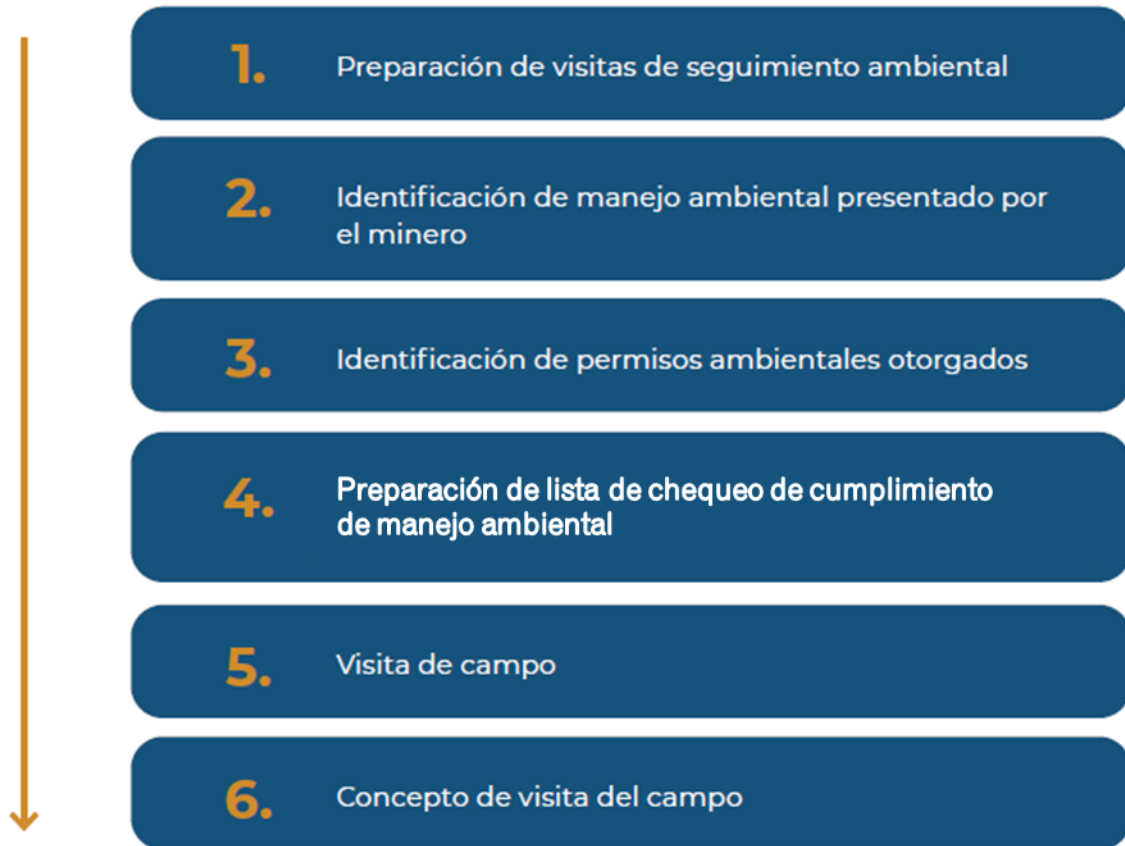
NOTA: Para acceder a más indicadores de efectividad consultar: anla.gov.co

Fuente: adaptado de guías minero-ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Minas y Energía de 2002 y 2015.

9 Seguimiento ambiental en la explotación por autoridades ambientales

De acuerdo con las particularidades de la gestión ambiental para las actividades de construcción, montaje y explotación minera, se hace necesario llevar a cabo el proceso de licenciamiento ambiental, adaptado a las particularidades del proyecto, entregado a la autoridad ambiental para su seguimiento. A esto se suman los permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, para lo cual se propone el siguiente procedimiento de seguimiento ambiental por parte de la autoridad ambiental.

Ilustración 10. Propuesta de seguimiento por autoridades ambientales



Fuente: elaboración propia.

10 Seguimiento y fiscalización de los títulos mineros

11 Anexos

11.1 Normatividad minera y ambiental

11.2 Impactos, medidas de manejo, indicadores y ejemplos fichas ambientales

11.3 Glosario y otros

12 Apéndices

12.1 Determinantes Ambientales a cargo de MinAmbiente

12.2 Mecanismos de Formalización Minera

13 Bibliografía

- Australian Government. (2016). *Cierre de minas. Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera*. Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-closure-handbook-spanish.pdf>
- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad*. Obtenido de <https://www.icmm.com/website/publications/es/guia-de-buenas-practicas-para-la-mineria-y-la-biodiversidad.pdf>
- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Declaración de posición*. Obtenido de <https://www.icmm.com/website/publications/es/mining-and-protected-areas-position-statement-2016-sp.pdf>
- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Guía práctica para la gestión del agua en áreas de captación para la industria minera y metalúrgica*. Obtenido de https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/practical-guide-catchment-based-water-management_es
- Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía. (2013). *Guía de Procedimientos Mineros*. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/guia_de_procedimientos_mineros_0513.pdf
- Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía. (2008). *Guía de Trámites Mineros*. Obtenido de <https://www.economia.gob.mx/files/transparencia/GuideTramitesMineros.pdf>
- Gestión de la biodiversidad. (s.f.). Obtenido de International Council on Mining & Metals (ICMM): <https://www.icmm.com/es/medio-ambiente/biodiversidad/gestion-de-la-biodiversidad>
- Gobierno de Chile. Ministerio de Minería & Consejo Minero. (2002).
- Gobierno de Chile. Servicio de Evaluación Ambiental. (2017). *Guía para la Descripción de Proyectos de Desarrollo Minero de Cobre y Oro-Plata en el SEIA*. Obtenido de

https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/01/25/guia_proyectos_mineros_cobre_oro_plata.pdf

- Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas - EITI. (s.f.). Plan de Acción Nacional 2020-2023. Obtenido de https://eiti.org/files/documents/20200410_plan_accion_2020_2023.pdf
- Martínez Castilla, Z. (2003). Guías prácticas para situaciones específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras. Obtenido de Cepal. División de Recursos Naturales e Infraestructura: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6417/1/S037433_es.pdf
- Marín Fera, J. P. (2015). “Análisis de los aspectos técnicos - Legales - Ambientales del cierre minero para títulos minero en Colombia. Anteproyecto para optar el título de Especialista en Derecho Ambiental”, Universidad de Medellín, Facultad de Ingenierías, Medellín.
- Metodológica para el Cierre de Faenas Mineras. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Guia-Metodologica-Cierre-Faenas-Mineras-CM.pdf>
- Oyarzún Muños, J. (2008). Planes de Cierre Mineros. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres%20mineros%20-%20Jorge%20Oyarzún.pdf>
- Programa de desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles para la industria minera. (2011). Guía para el desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la minería. Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-a-guide-to-leading-practice-sustainable-development-in-mining-handbook-spanish.pdf>
- República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). Términos de Referencia. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/referencia.pdf>
- Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW). (2010). *Guía Para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros*. Obtenido de <https://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>
- Australian Government. (2016). *Cierre de minas. Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera*. Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-closure-handbook-spanish.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2019). *Proyecto de Ley No. 2019*. Obtenido de Asociación Colombiana de Minería: <https://acmineria.com.co/normativa/pl-49-19-s-guias-exploracion/>
- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Declaración de posición*. Obtenido de <https://www.icmm.com/website/publications/es/mining-and-protected-areas-position-statement-2016-sp.pdf>

- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Guía de Buenas Prácticas para la minería y la biodiversidad*. Obtenido de <https://www.icmm.com/website/publications/es/guia-de-buenas-practicas-para-la-mineria-y-la-biodiversidad.pdf>
- Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). (s.f.). *Guía práctica para la gestión del agua en áreas de captación para la industria minera y metalúrgica*. Obtenido de https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/practical-guide-catchment-based-water-management_es
- Decreto 1076 - Minambiente. (26 de Mayo de 2015). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Función pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Decreto 1640 - Minambiente. (2 de Agosto de 2012). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Red Jurista: https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1640_de_2012_ministerio_de_ambiente_y_desarrollo_sostenible.aspx#/
- Decreto 1640. (2 de Agosto de 2012). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Red Jurista: https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1640_de_2012_ministerio_de_ambiente_y_desarrollo_sostenible.aspx#/
- Environmental Law Institute. (2000). *Prevención de la Contaminación Minera: Propuesta de un Marco Común para las Américas*. Obtenido de https://www.eli.org/sites/default/files/eli-pubs/d10_02s.pdf
- Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Economía. (2008). *Guía de Trámites Mineros*. Obtenido de <https://www.economia.gob.mx/files/transparencia/GuiadeTramitesMineros.pdf>
- Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Economía. (2013). *Guía de Procedimientos Mineros*. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/guia_de_procedimientos_mineros_0513.pdf
- *Estándar Colombiano para el reporte publico de resultados de exploración, recursos y reservas minerales - ECRR*. (2018). Obtenido de Comisión Colombiana de Recursos y Reservas Minerales - CCRR: <https://comisioncolombianarecursosyreservas.com/estandar-colombiano-reporte-publico-resultados-exploracion-recursos-minerales-reservas-ecrr/>
- *Gestión de la biodiversidad*. (s.f.). Obtenido de International Council on Mining & Metals (ICMM): <https://www.icmm.com/es/medio-ambiente/biodiversidad/gestion-de-la-biodiversidad>
- Gobierno de Chile. Servicio de Evaluación Ambiental. (2017). *Guía para la Descripción de Proyectos de Desarrollo Minero de Cobre y Oro-Plata en el SEIA*. Obtenido de

https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/01/25/guia_proyectos_mineros_cobre_oro_plata.pdf

- Gobierno de Chile. SMinisterio de Minería & Consejo Minero. (2002). *Guía Metodológica para el Cierre de Faenas Mineras*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/Guia-Metodologica-Cierre-Faenas-Mineras-CM.pdf>
- Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas - EITI. (s.f.). *Plan de Acción Nacional 2020-2023*. Obtenido de https://eiti.org/files/documents/20200410_plan_accion_2020_2023.pdf
- Ley 1523. (24 de abril de 2012). *Diario Oficial No. 48.411*. Obtenido de Función pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- Ley 685. (15 de Agosto de 2001). *Diario Oficial 44.545*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2001/ley_0685_2001.pdf
- Ley 99, Minambiente, 1993. (1993). *Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Tesouro Ambiental para Colombia: http://buritaca.invemar.org.co/siam/tesouro_ambiental/naveg.htm
- Marín Fera, J. P. (2015). *Análisis de los aspectos técnicos - Legales - Ambientales del cierre minero para títulos minero en Colombia*. Anteproyecto para optar el título de Especialista en Derecho Ambiental, Universidad de Medellín, Facultad de Ingenierías, Medellín.
- Martínez Castilla, Z. (2003). *Guías prácticas para situaciones específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras*. Obtenido de Cepal. División de Recursos Naturales e Infraestructura: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6417/1/S037433_es.pdf
- Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (s.f.). *Tesouro Ambiental para Colombia*. Obtenido de Ecosistemas: http://buritaca.invemar.org.co/siam/tesouro_ambiental/naveg.htm
- Oyarzún Muños, J. (2008). *Planes de Cierre Mineros*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres%20mineros%20-%20Jorge%20Oyarzún.pdf>
- Política Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos - Minambiente. (2012). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Obtenido de Instituto Humbolt Colombia: http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_español_web.pdf
- Programa de desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles para la industria minera. (2011). *Guía para el desarrollo de prácticas innovadoras sostenibles en la minería*. Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-a-guide-to-leading-practice-sustainable-development-in-mining-handbook-spanish.pdf>

- República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía & Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Guía Minera Ambiental: Exploración*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/explotacion.pdf>
- República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía & Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Guía Minera Ambiental: Beneficio y Transformación*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/beneficio.pdf>
- República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía & Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Guía Minera Ambiental: Explotación*. Obtenido de 44. https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+1_2.pdf 45. https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+2_2.pdf 46. https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+2_3.pdf 47.
- República de Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Términos de Referencia*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/416798/referencia.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (1995). *Guía ambiental para la perforación y voladura en operaciones mineras*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/perforacion.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (1997). *Guía ambiental manejo de problemas de ruido en la industria minera*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/ruidominera.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (1997). *Guía ambiental para la estabilidad de taludes de depósitos de desechos sólidos de mina*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaestabilidad.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (1997). *Guía para elaborar programas de adecuación y manejo ambiental*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/GUIA%20DGAAM%2006.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Guía de relaciones comunitarias*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaelectrical.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Guía para la elaboración de planes de cierre de minas*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia_cierre.pdf
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2007). *Guía para el diseño de coberturas de depósitos de residuos mineros*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/XXII_Coberturas.pdf
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2007). *Guía para el diseño de tapones para el cierre de labores mineras*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/XXV_Tapones.pdf

- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2007). *Guía para la evaluación de la estabilidad de los pilares corona*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/XXIV_Pilares_Corona.pdf
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (2013). *Guía para la protección del trabajador y el ambiente durante la exploración de Uranio*. Obtenido de http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaam/legislacion/guias/GUIA_proteccion_trabajador_ambiente_exploracion_uranio.PDF
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Formato para el pama del pequeño productor minero o minero artesanal*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiapamappm.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Formato para el pama del pequeño productor minero o minero artesanal*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiapamappm.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía Ambiental de Manejo de Agua en Operaciones Minero-Metalúrgicas*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/manejoagua.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía ambiental de manejo y transporte de concentrados minerales*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaminera-xviii.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/manedrenaje.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/relaveminero.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía Ambiental para Vegetación de Areas Disturbadas por la Industria Minero Metalúrgica*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/vegetacion.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía de Manejo Ambiental de Reactivos y Productos Químicos*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/reactivos.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/gelaboestuimpacambi.pdf>

- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental Semi Detallados*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaeia.pdf>
- República del Perú. Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guia_pasivos_Mineros2010.pdf
- Resolución 143. (29 de Marzo de 2017). *Diario oficial*. Obtenido de Agencia Nacional de Minería: <https://www.anm.gov.co/?q=content/resolución-143-de-2017-0>
- Resolución 2206 - Minambiente. (27 de Diciembre de 2016). *Diario Oficial*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/res%202206%202016-fe.pdf>
- Resolución 2206, Minambiente. (27 de Diciembre de 2016). *Diario Oficial*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/res%202206%202016-fe.pdf>
- Resolución 40599 - Minenergía. (27 de Mayo de 2015). *Diario oficial*. Obtenido de Agencia Nacional de Minería: <https://www.anm.gov.co/?q=content/resolucion-40599-de-2015>
- Secretaría del Convenio de Minamata sobre el Mercurio. (2019). *Directrices sobre las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales*. Obtenido de http://mercuryconvention.org/Portals/11/documents/publications/BAT_BEP_S_interactif.pdf
- Tapia Rivera, F. P. (2010). *Análisis ambiental de la normativa aplicada a los planes de cierre de Faenas mineras en Chile*. Tesis de grado de Magister en Derecho Ambiental, Universidad de Chile, Facultad de derecho, Santiago de Chile.
- UNESCO. (2009). *Agua y Minería en cuencas áridas y semiáridas: Guía para la gestión integral*.
- Velásquez, J. A. (s.f.). *Buenas Prácticas Ambientales y Sociales en la Minería*. Obtenido de <http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2012/cim/documentos/bpractic as.pdf>
- Tapia Rivera, F. P. (2010). *Análisis ambiental de la normativa aplicada a los planes de cierre de Faenas mineras en Chile*. Tesis de grado de Magister en Derecho Ambiental, Universidad de Chile, Facultad de derecho, Santiago de Chile.
- UNESCO. (2009). *Agua y Minería en cuencas áridas y semiáridas: Guía para la gestión integral*.

- UPME. 2019. Caja de Herramientas.
<https://www.upme.gov.co/CursoCajaHerramientas/index.html>
- Velásquez, J. A. (s.f.). Buenas Prácticas Ambientales y Sociales en la Minería. Obtenido de
[http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2012/cim/documentos/bpractic
as.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/eventos/2012/cim/documentos/bpractic
as.pdf)